

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL MARÍA AUXILIADORA DISTRITO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES

INFORME TÉCNICO FINAL



INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

1. Dr. Ing. Rafael Salinas Basualdo (Evaluación estructural).
2. Arq. Clotilde Espinoza – Arq. Enrique García – Arq. Josué Villanueva (Evaluación no estructural).
3. Dr. Daniel Alfaro – Dr. Raúl Morales – Arq. José Sato (Evaluación funcional).
4. Ing. Néstor Ruiz (Evaluación líneas vitales – Mecánico-electricista).
5. Ing. Roger Salazar (Evaluación líneas vitales - Sanitario).

DICIEMBRE - 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

El Hospital María Auxiliadora es un establecimiento de salud del Ministerio de Salud, catalogado en Nivel III-1. Su construcción fue iniciada en 1973 como el Hospital Materno Infantil María Auxiliadora, habiendo sido inaugurado como Hospital General en 1986, con las instalaciones que han sido objeto del presente estudio. Está ubicado en el Cono Sur de Lima, distrito de San Juan de Miraflores. Pertenece a la DISA II Lima- Sur.

El presente 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. Se estima 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.

En el aspecto de la vulnerabilidad estructural, se concluye que es necesario el reforzamiento de varios sectores o edificios que constituyen partes importantes del Hospital, por presentar una vulnerabilidad sísmica elevada. En particular, debe destacarse el caso de los dos edificios principales de siete niveles y sótano, que albergan la mayor parte de las áreas críticas del hospital y que presentan un riesgo de impacto entre ambos edificios en caso de un sismo severo e interrupción de los servicios que se brindan en los mismos. Asimismo, se recomiendan algunas medidas para reducir la vulnerabilidad en el corto plazo, enfocadas a la intervención de zonas específicas para atender efectos de corrosión o agrietamiento, así como el retiro de construcciones a base de paneles que presentan signos notorios de deterioro y el retiro del tanque elevado del edificio principal de siete pisos, a ser reemplazado por un sistema alternativo de abastecimiento de agua.

En el aspecto de la vulnerabilidad funcional, en función de un terremoto destructivo, el estudio permitió reconocer lo siguiente:

a. Comité Hospitalario de Defensa Civil. El comité está formalizado y operativo, dispone de personal dedicado a la gestión del riesgo de desastres y de un local permanente aunque apartado de las áreas operativas. Su vulnerabilidad es de nivel medio. Se recomienda fortalecer las tareas de gestión del riesgo de desastres con la ayuda personal, material y tecnológica requeridos.



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



b. Plan Operativo para Desastres. Las instalaciones están sobreocupadas, se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación; las zonas de expansión no están abastecidas con agua, luz, oxígeno, aire comprimido, vacío y otras para operativizarlas en caso de desastre. Su vulnerabilidad es alta. Se recomienda atender las actuales limitaciones como estrechez de local, dificultades para la evacuación, habilitación 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. Aunque están mencionados en el plan general de respuesta a desastres no están consignados en documentos específicos. Su vulnerabilidad es alta. Se recomienda implementar planes de contingencia específicos siguiendo las pautas de la OGDN-MINSA, y comprobar su aplicación.

d. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre. Cuenta solo con recursos para el uso cotidiano pues la norma nacional no permite mantener reserva de recursos. Su vulnerabilidad es alta. Se recomienda gestionar se adecúe 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. Está habitualmente sobreocupado, sería insuficiente para afrontar una situación de desastre; su vulnerabilidad es alta por ser un hospital de referencia de todo el Cono Sur. Se recomienda ampliar actuales espacios, reforzar equipos de triaje, potenciar los mecanismos de referencia y capacidades para atención en desastres.

f. Otros servicios críticos del hospital. Los espacios en general están sobreocupados y son muy difíciles de evacuar por el diseño arquitectónico y el excesivo número de ocupantes. Su vulnerabilidad es alta. Se recomienda ampliar espacios actuales, incrementar el número de especialistas, potenciar equipamientos, concertar flujos de pacientes graves, y asignar recursos materiales en mayor volumen.

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

En el aspecto de la vulnerabilidad no estructural, el hospital presenta problemas que en general tienen que ver con la circulación vertical dentro de las edificaciones, debido a la insuficiencia de rutas de acceso/evacuación a



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



nivel vertical, las dimensiones reducidas de las escaleras existentes y la falta de áreas de refugio para los niveles superiores en eventos de emergencia, donde se encuentran las zonas de recuperación y/o hospitalización. A fin de cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones, se debe dotar al hospital de vidrios de seguridad en puertas, ventanas, mamparas, etc. Existen varios servicios que no cuentan aún con vidrios de seguridad. En ese sentido, se realizan propuestas a modo de recomendaciones, las que contribuirán en disminuir las vulnerabilidades no estructurales identificadas en el Hospital.

En el aspecto de la vulnerabilidad de líneas vitales, se presentan una serie de defectos encontrados en las instalaciones vitales, en particular se observó un deterioro elevado por efectos de corrosión en tuberías y conexiones, así como falta de conexiones flexibles y anclaje adecuado de equipos. Se dan recomendaciones para la mejora de las instalaciones y los equipos pertenecientes a las líneas vitales.

La alternativa de solución para reducir la vulnerabilidad sísmica estructural es la incorporación de muros de corte, con el propósito de garantizar la funcionalidad de los servicios prestados por el hospital inmediatamente después que ocurra un sismo moderado o un sismo severo. En términos generales, el costo estimado para la intervención de los edificios que requieren ser reforzados estructuralmente, significaría un monto del orden del 20% de la construcción total del hospital. En el caso de las torres principales de siete pisos y sótano, la intervención sería mayor, por lo que el costo estimado podría ser alrededor de 30 % de la construcción de estos edificios.



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	1
CONTENIDO	4
1. ANTECEDENTES	7
2. OBJETIVO	7
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL	7
4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL MARÍA AUXILIADORA	15
4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad 15	
4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad.	15
4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad.	18
4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad.	27
4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad...	41
4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital .	45
4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental	46
4.2.2. Equipos e Instrumentación	47
4.2.3. Resultados de las Mediciones	47
4.2.4. Conclusiones	49
4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital	49
4.3.1. Generalidades	49
4.3.2. Objetivo del Estudio	49
4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad	50
4.3.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación	51
4.3.5. Ensayos de Laboratorio	54
4.3.6. Análisis de la Cimentación	55
4.3.7. Conclusiones	60
4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas	61
4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero	61
4.4.2. Resistencia del Acero de Refuerzo	61
4.4.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido	61
4.4.4. Resistencia del Concreto	62



PERÚ

Ministerio de Salud

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



4.4.5.	Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe	62
4.4.6.	Resistencia de la Mampostería y/o Adobe	62
5.	DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL	63
5.1.	Modelos Matemáticos	63
5.2.	Demandas de Carga	68
5.3.	Determinación de las Máximas Deformaciones para un Sismo Moderado y un Sismo Severo	69
5.4.	Cuantificación del Estado de los Elementos Estructurales y Daño Inducido	74
5.5.	Análisis de la Respuesta Sísmica considerando un Criterio de Protección del Contenido del Establecimiento de Salud	90
6.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES	95
6.1.	Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica	95
6.2.	Elementos no estructurales vulnerables.....	95
6.3.	Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales	
	136	
7.	LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA	140
7.1.	(Inspección y) Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo	140
7.1.1.	Instalaciones Sanitarias.....	140
7.1.2.	Instalaciones Eléctricas	147
7.1.3.	Instalaciones Mecánicas.....	149
7.1.4.	Instalaciones Electromecánicas	149
7.1.5.	Instalaciones Especiales	150
7.1.6.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	151
7.2.	Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales	152
7.2.1.	Instalaciones Sanitarias.....	152
7.2.2.	Instalaciones Eléctricas	152
7.2.3.	Instalaciones Mecánicas.....	153
7.2.4.	Instalaciones Electromecánicas	153
7.2.5.	Instalaciones Especiales	154
7.2.6.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	154
8.	VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL	155
8.1.	Contexto del problema	155
8.2.	Análisis Situacional del Hospital	157



PERÚ

Ministerio de Salud

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



8.3. Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013	159
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO	161
9.1. Componente Estructural.....	161
9.2. Componente No estructural.....	162
9.2.1. Accesibilidad para las personas discapacitadas	165
9.2.2. Equipamiento no médico	165
9.2.3. Equipamiento Médico.....	168
9.2.4. Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes.....	169
9.2.5. Quirófanos – UCI	169
9.2.6. Emergencia / Reanimación	169
9.2.7. Equipamiento de laboratorio de análisis clínicos.....	169
9.2.8. Esterilización.....	170
9.2.9. Equipos Conectados	170
9.2.10. Equipos Rodantes.....	170
9.2.11. Equipos Fijos	171
9.2.12. Elementos Suspendidos	172
9.3. Componente Funcional	173
9.3.1. Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, OPS/OMS) ..	173
9.3.2. Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto	179
9.3.3. Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo	180
9.3.4. Comentario Final.....	181
9.4. Componente de Líneas Vitales	184
10. AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD.....	187
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	191



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

PRODUCTO 3: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL MARÍA AUXILIADORA

1. ANTECEDENTES

Mediante convenio marco No.006-2013/MINSA suscrito entre el Ministerio de Salud (MINSA) 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 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 María Auxiliadora, distrito de San Juan de Miraflores.

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

Nombre del establecimiento: Hospital María Auxiliadora

Dirección: Av. Miguel Iglesias N° 968, distrito San Juan de Miraflores

Teléfonos: (511) 2171818 - Fax 2171828

Página web y dirección electrónica: www.minsa.gob.pe/hama y
<http://www.hma.gob.pe/>

Número total de camas: 323

Índice de ocupación de camas en situaciones normales: 95%



Figura 1. Ubicación general del Hospital María Auxiliadora, San Juan de Miraflores (Google Earth, 2013).

Descripción del establecimiento.-

Aspectos Generales

El Hospital María Auxiliadora es un Establecimiento de salud del Ministerio de Salud, catalogado en Nivel III-1.

El inicio de su construcción fue el 25 de diciembre del año 1973 con R.M. N° 002282-73-SA/AS, llevando como nombre el de "Hospital Materno



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



Infantil María Auxiliadora”, posteriormente el 24 de abril de 1977 a través del D.L. N° 21852 fue declarado Hospital General siendo inaugurado el 26 de octubre de 1986, está ubicado en el Cono Sur de Lima, distrito de San Juan de Miraflores. Pertenece a la DISA II Lima- Sur

Tipo de estructura

El hospital consta de 7 pisos de altura con un sótano, con uno de los pisos (denominado entrepiso) destinado a hospitalización de los pacientes y una serie de módulos estructuralmente independientes entre sí de menor altura. El hospital tiene un área de terreno de 45,566.10 m², y un área construida de 23,523.61m², estructuralmente está compuesto por un sistema en base a pórticos de concreto armado y muros de albañilería.

Área de influencia

Es el único centro hospitalario de referencia del Cono Sur de Lima Metropolitana, es decir de los distritos de San Juan de Miraflores, Villa el Salvador, Villa María del Triunfo y Lurín.

Cobertura de la población

Aproximadamente 2'012,634 habitantes.

Horario de atención

La atención en el Servicio de Emergencia y hospitalización es de 24 horas, durante los 365 días del año.

La atención en consultorios externos es de lunes a viernes en el turno de mañana de 08:00 a 12:00 y en el turno de tarde de 14:00 a 18:00 horas, los días sábados de 08:00 a 12:00.

Personal

El Hospital María Auxiliadora tiene un total de personal nombrado que asciende a 1,386 personas, dato actualizado a junio del 2013.

Cartera de servicios

- *Servicio de Emergencias:* médicas, quirúrgicas, traumatológicas, ginecológicas y pediátricas.
- *Dpto. de Medicina*
 1. Medicina Interna
 2. Psiquiatría
 3. Geriatría
 4. Infectología
 5. Oncología Médica
 6. Neurología



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. Dermatología
8. Cardiología
9. Endocrinología
10. Gastroenterología
11. Neumología
12. Nefrología
13. Reumatología
- *Dpto. de Pediatría*
 1. Pediatría General
 2. Neonatología
 3. Cirugía Pediátrica
- *Dpto. de Cirugía*
 1. Cirugía General
 2. Neurocirugía
 3. Urología
 4. Neuropsicología
 5. Oftalmología
 6. Traumatología
 7. Otorrinolaringología
 8. Cirugía de Tórax
 9. Cirugía Plástica
 10. Cirugía de Cabeza y Cuello
 11. Patología Mamaria
- *Dpto. de Ginecología y Obstetricia*
 1. Oncología Ginecológica
 2. Planificación Familiar
 3. Obstetricia
 4. Adolescentes
 5. Ginecología
 6. Puerperio
- *Otros*
 1. Psicología
 2. Odontología
 3. Medicina Alternativa.

Distribución física

Se localizan 4 ingresos diferenciados:

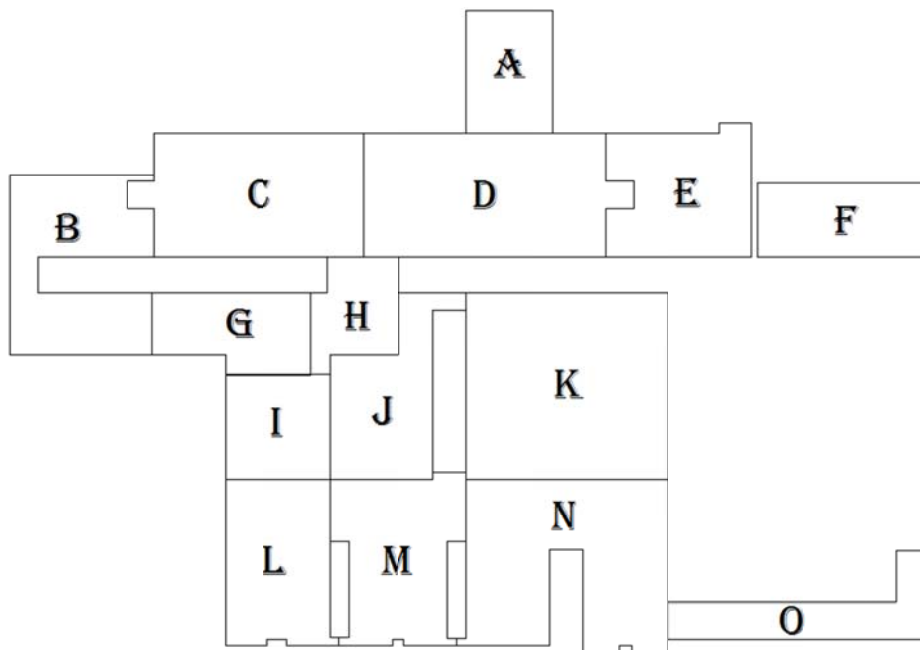
- Primer Ingreso: exclusivo a la Unidad de Emergencia por la Av. Pachacútec que era por excelencia un buen criterio de accesibilidad hasta 1988, en que se realiza la construcción del Tren Eléctrico. Por ello, se anula el ingreso directo a pacientes provenientes del cono

sur y se soluciona el problema corriendo este ingreso hacia la intersección de Pachacútec y Miguel iglesias.

- Segundo Ingreso: es una calle por donde se accede a la Unidad de Servicios Generales, Casa de fuerza, Tratamiento de Agua y Patio de Maniobras, el mismo que actualmente se encuentra cerrado, siendo utilizado como depósito.
- Tercer Ingreso: ingreso particular por donde se accede a los estacionamientos. Actualmente cerrado.
- Cuarto Ingreso: a Consultorios Externos, Unidad Administrativa, Servicios intermedios, etc.

Área

El hospital tiene un área de terreno de 45,566.10 m², y un área construida de 23,523.61m².



Ingreso Principal y Playa de Estacionamiento

Figura 2. Distribución de pabellones del Hospital María Auxiliadora.

Tabla 3.1 Distribución de servicios según pabellones

Bloque	Piso	Servicios
A	1	Emergencia
B	1	Administración, Dirección
C-D	6	Pediatría
	5	Medicina, Oncología
	4	Cirugía
	3	Obstetricia, Neonatología
	2	Sala Operaciones Obstetricia, Esterilización, UCI
	Entrepiso	Centro Quirúrgico general, sala de máquinas
	1	Emergencia, Administración, Patología
	Sótano	Nutrición
E	1	Residencia médica
F	1	Casa de fuerza
G-H-I-J	1	Admisión, Estadística, Farmacia
K	1	Radiología, Laboratorio, Banco de Sangre
L-M-N	1	Consultorios Externos
	Sótano	Consultorios Externos

Fuente: Ing. Alberto Pujayco Turpo, Jefe de Mantenimiento



Figura 3. Croquis para el público de ubicación de los servicios del Hospital.

Capacidad hospitalaria:**a. Medicina**

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Medicina general	50		No hay capacidad adicional
Pediatría	44		No hay capacidad adicional
Oncología	14		No hay capacidad adicional
Neonatología	48		No hay capacidad adicional
Total	156	0	

b. Cirugía

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía general	87		No hay capacidad adicional
Obstetricia y Ginecología	52 22		No hay capacidad adicional
Total	(74)		
Total	161	0	

c. Unidad de cuidados intensivos (UCI)

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cuidados intensivos general	6		No hay capacidad adicional
Total	6	0	Solo 4 están en función

d. Quirófanos

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía aséptica	03		Una de estas Salas puede ser utilizada para cirugía séptica, después es cerrada para su esterilización
Cirugía gineco-obstétrica	01		
Cirugía de urgencias	02		En entepiso, para emergencias
Total	06	0	

Se realiza un promedio de 735 intervenciones de cirugía mayor por mes, el 70% corresponde a emergencias y 30% son electivas (lo explican por ser el único hospital de ese nivel en el cono sur; 40% del total de intervenciones son cesáreas). Disponen de unos 80 juegos de instrumental para cirugía mayor (24 para abdomen, 6 para traumatología, 5 para tórax y vascular, 3 para neurocirugía).

El área es considerada como de muy difícil evacuación, el acceso a dos (de cuatro) ascensores ha sido bloqueada en forma permanente en este piso,

el quinto ascensor está en proceso de cambio (causa bloqueo transitorio de puerta hacia el entresuelo-sala de máquinas) la escalera central es estrecha, carece de luz natural y con puerta de acceso de una hoja que abre hacia ella, obstruyendo el flujo de los otros pisos, el acceso a una de las escaleras de emergencia ha sido tapiada.

El Banco de Sangre es de tipo II. Refieren los responsables del área que tienen en promedio 150 paquetes de glóbulos rojos, 50 crioprecipitados y 50 unidades de plasma. La reserva de bolsas vacías para recibir sangre de donantes está en Farmacia y tiene 8 unidades en promedio.

Tabla 3.2 Ambientes susceptibles de aumentar la capacidad operativa

Ambiente	Área	Uso	Agua		Luz		Teléfono		Observaciones (capacidad)
			Si	No	Si	No	Si	No	
Área colindante al Servicio de Emergencia	Aprox. 800 m ²	Actualmente se han colocado carpas		X		X		X	Existe la posibilidad de abastecer de luz a través de los grupos electrógenos

Las zonas de seguridad externas más amplias son: el patio de mantenimiento (asfaltado), la zona vecina a Emergencia (terreno y pista) y la zona de estacionamiento (terreno de parqueo de visitantes al hospital). Estos espacios pueden servir como Áreas de Expansión para atención en desastres. Otras zonas internas han sido ocupadas por nuevas edificaciones (asistenciales o educativas) e instalaciones (comerciales o informativas).

La Oficina de Gestión de Riesgo de Desastres, a la cual está asignado el COE, actualmente trabaja en la adquisición de más carpas y material para uso en ellas. Sin embargo, el COE se encuentra muy alejado de las áreas de expansión, careciendo de medios de comunicación fijos y portátiles. Se encuentra avanzada la gestión de un “Plan Maestro de Reestructuración”.

4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL MARÍA AUXILIADORA

4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad.

El sistema estructural de los bloques componentes del Hospital María Auxiliadora es a base de pórticos (vigas y columnas) de concreto armado, con algunos vanos cubiertos total o parcialmente con muros de albañilería. El sistema a base de pórticos fue muy empleado hasta mediados de la década de 1990, tanto en instalaciones hospitalarias como educativas, entre otros edificios esenciales, principalmente por la ductilidad de este tipo de sistema estructural. Sin embargo, su comportamiento ante solicitaciones sísmicas ha sido desfavorable, debido a la magnitud elevada de los desplazamientos laterales de los pisos de este tipo de edificios, que provocaron daños severos en elementos no estructurales y eventualmente la falla de las columnas de los pórticos en edificios con configuraciones estructurales no regulares. Aunque los bloques del cuerpo principal del hospital se encuentran separados por juntas constructivas, es necesario evaluar la pertinencia de las juntas existentes, para descartar un posible efecto de impacto entre bloques adyacentes durante un sismo severo. Este efecto de impacto puede afectar eventualmente a los edificios más altos, que en el caso del hospital, alojan a la mayor cantidad de las áreas críticas. Una descripción detallada de la condición actual de las estructuras del Hospital María Auxiliadora se presenta en el Informe de Inspección Integral (screening) que se realizó como parte de este estudio. Las fuentes principales que influyen en la vulnerabilidad estructural del hospital son el sistema estructural empleado, el estado de conservación de los materiales, la presencia de fisuras y grietas en losas y vigas en zonas localizadas de diversos bloques y la proximidad de los bloques, que puede provocar que en caso de un sismo la falla de un bloque aledaño a otro que contiene un área crítica para el funcionamiento del hospital no pueda funcionar apropiadamente. Particular atención merecen los hallazgos siguientes:

- Bloque B. Se observó, adyacente a este bloque, una construcción antigua a base de paneles divisorios, que fue construida con fines temporales (Figura 14). Presenta corrosión severa en las bases de las columnas de los pórticos y falsos techos con desprendimiento parcial. Debido al deterioro de las

columnas y la condición temporal de estas construcciones, se recomienda que estas construcciones a base de paneles sean retiradas del establecimiento.



Figura 4. Construcción temporal a base de paneles.

- Bloque D. En el último piso se observaron filtraciones en el techo, así como grietas en vigas y losas del techo y del piso, observadas estas últimas a través de los acabados de piso. En este piso se observó parte de tabiquería desprendida del pórtico. Los daños descritos fueron observados principalmente en el área de pediatría y cuidados intensivos pediátricos.



Figura 5. Grietas en vigas del 6to. nivel.

- Bloque E. En el primer piso se observa el concreto con deterioro severo, con manchas indicadoras de carbonatación del concreto, con presencia de acero de refuerzo expuesto y corroído en base de columna del primer piso, así como grietas y desprendimientos de concreto que indican efectos de corrosión.



Figura 6. Refuerzo corroído en base de columna del 1er nivel.

- Bloque F. Evidencias de corrosión en base de columnas por exposición a sales.



Figura 7. Deterioro de las columnas.

- Bloque H. En un muro de sótano se observó grietas verticales de 0.6mm de espesor.



Figura 8. Grieta vertical en muro de sótano.

- Bloques L y M. Estos bloques tienen cada uno un muro de contención a nivel de sótano en el lado expuesto a la Calle Miguel Iglesias. En estos muros se observaron grietas horizontales de 1.2mm de espesor.



Figura 9. Grietas en muro de contención de sótano.

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 resultar 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



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



se mueven en él, provocando como consecuencia que cuanto más pesa un objeto, mayor será su inercia, o sea su tendencia a conservar el movimiento por lo que no dejará de moverse por mucho peso que tenga, asimismo, si el peso no es uniforme o en la parte superior es mayor, tenderá a volcarse.

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

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

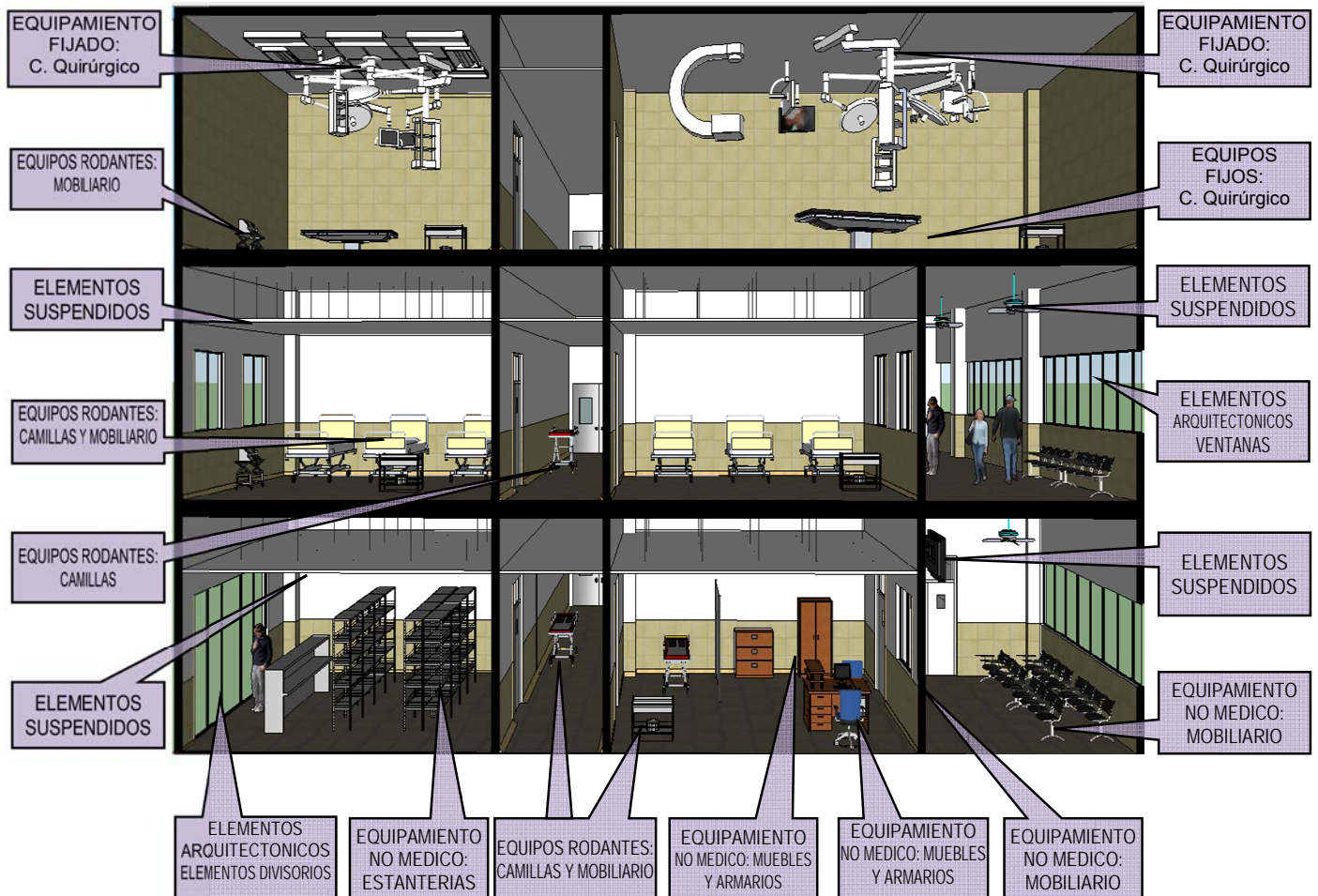
ARQUITECTÓNICOS

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

EQUIPAMIENTO

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

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES



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 figuras corresponden a imágenes de otros países y se presentan de manera referencial.

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 10 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 11 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 12 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 13 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 inciden en la seguridad del personal y pacientes, comprometiendo las rutas de evacuación y/o su integridad física.

6) Mobiliario y 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 14 Desplazamiento de equipos que pueden ocasionar la inoperatividad de los mismos.



Figura 15 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 16 Luminarias no sujetadas adecuadamente en techo ante movimientos sísmicos, 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 Cono Sur, con densidad poblacional alta. La condición económica de la población es variada:

- 60.6% en el nivel pobre o muy pobre.
- 34.6% en el nivel medio.
- 4.8% se ubica en el estrato socioeconómico más elevado

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: se estima de nivel medio debido a rotura de cañerías principales dentro del área urbana y el posible desborde del río Lurín.
 - Inundaciones lentas: se estima bajo, por probable por efecto de lluvias; el cambio climático puede incrementar su frecuencia.

- Urbanos:
 - Se estima un peligro alto. En el Cono Sur, entre 1992-2005 se ocuparon 884.2 hectáreas, con más de 40 mil lotes de vivienda, distribuidos en los tres distritos, estando la mayor expansión en Villa María del Triunfo. En general la ocupación por las “ampliaciones” de terrenos en pendiente está representando un peligro para sus habitantes. El mayor problema lo representan las construcciones pues no existen terrenos planos, lo que dificulta el proceso de cimentación básico para la estabilidad de las edificaciones, y obliga a criterios estructurales especiales debido al complicado perfil del territorio. La población que construye sus viviendas no toma en cuenta estos aspectos.
 - Incendios: se estima es de nivel medio, por el material constructivo de la vivienda, depósitos o expendios de combustible, talleres de pirotécnicos, industrias, depósitos de reciclables.

- Vialidad, transporte terrestre y accesos:
 - Estado y seguridad de vialidad: insuficiente, frecuente accidentalidad
 - Ocupación de vialidad: muy alta, incide en tránsito muy lento y pocas facilidades para el desplazamiento de ambulancias y bomberos,
 - Rutas con alta peligrosidad identificada: Panamericana Sur,
 - 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>]
 - 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 Pública. 2010; 27(2): 273-78.]

- [http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n2/a17v27n2.pdf.](http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n2/a17v27n2.pdf)]
- Puntos críticos de eventual aislamiento local: puentes Atocongo, Alipio Ponce y Benavides, sobre la carretera Panamericana Sur, por su antigüedad. A lo largo de la avenida Pachacútec (lateral al hospital) discurre la vía férrea elevada del tren eléctrico de Lima (“Metro”) que podría obstruir el acceso a Emergencia en caso de accidente o daños por terremoto de muy alta intensidad que afecten esa vía,
- Transporte masivo: alta densidad de buses del servicio público, estación del tren urbano –Metro de Lima- y transporte de carga.
- Locales de aglomeración poblacional masiva:
 - Centros comerciales: varios, a veces con escaso control de la autoridad pertinente,
 - Espectáculos públicos: coliseos, discotecas.
- Materiales peligrosos:
 - Refinerías y plantas de combustibles: Se estima alto por la refinería Conchán que está construida sobre un terreno de 50 hectáreas, a orillas del mar, en el kilómetro 26,5 de la carretera Panamericana Sur, en el distrito de Lurín, departamento de Lima,
 - Industrias químicas o energéticas: si existen en distritos circundantes
 - Surtidores de combustibles: no cercanos al hospital
 - Industrias: grandes depósitos de material industrial de muebles, ropa, y otros.
- Sociales:
 - Conflictividad social: 304 conflictos/país, 25 en Lima, en 2012 [Decimosexto Informe Anual de la Defensoría del Pueblo. Defensoría del Pueblo. Enero-diciembre 2012. Lima, 2013. <http://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/informes/anuales/Decimosexto-Informe-Anual.pdf>]
 - Desorden público: nivel medio.
 - Homicidio: nivel medio (supera los 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.]
 - Violencia masiva (terrorismo): no reportado actualmente en la zona

- Pobreza en el distrito: El 60.6% de la población se ubica en el nivel pobre o muy pobre, el 34.6% de la población en el nivel medio, 4.8% en el estrato socioeconómico más elevado.
- Biológicos:
 - Hídrico: riesgo de contaminación masiva del agua de la capital por deslaves tóxicos (Tamboraque, río Rímac)
 - Sanitario: aniegos frecuentes con aguas servidas
 - Alimentos: frecuente contaminación (intoxicación alimentaria masiva)
 - Epidemias: antecedente de cólera e influenza, el dengue es un problema potencial.

B. Relaciones funcionales de las áreas críticas del establecimiento

Emergencia:

El ingreso al Servicio de Emergencia puede ser a través de la puerta principal que se encuentra en la Av. Miguel Iglesias debiendo el paciente de recorrer el trayecto con todas las personas que acuden hacia consultorios externos. Eso significa que esta entrada solo puede ser utilizada en los días hábiles y que no se puede ingresar con una ambulancia.

La forma de llegar a emergencia es evitando la gran cantidad de pacientes, bordeando el edificio y dirigiéndose hacia el pabellón creado para Neumología y Tuberculosis. Eso implica bordear el edificio destinado a consultorios y hospitalización para enfrentar el área de emergencia por el patio de maniobras de las ambulancias, por esta entrada solo podrían transitar aquellos que conocen el Hospital y llevan a un paciente caminando o en silla de ruedas pues el espacio para el tránsito de la personas es muy estrecho.

La otra entrada que es el ingreso natural es por la Av. Pachacútec (Av. De los Héroes), pero el paciente necesariamente debe ingresar con una movilidad pues la distancia que uno debe de recorrer a pie es de aproximadamente 200 metros, esta entrada conduce al paciente exactamente al patio de maniobras de las ambulancias y la puerta de entrada a emergencia



Figura 17. Ingreso por la puerta principal del Hospital María Auxiliadora, con gran congestión vehicular y de personas.



Figura 18. Ingreso por Consultorios Externos, usado para acceso a Emergencia sin camilla o silla de rueda. Ruta sin señalización.



Figura 19. Pasillo detrás del bloque de Consulta Externa, paso necesario al dirigirse a Emergencia. Vía eventualmente congestionada.



Figura 20. Una vez bordeado el pasillo se puede divisar el patio de ambulancias de Emergencia.



Figura 21. El pasillo no ha sido diseñado para el paso de camillas, sillas de ruedas o personas discapacitadas.



Figura 22. Ingreso natural al Servicio de Emergencia por la Av. Pachacútec, diseñado para ingreso de vehículos



Figura 23. Vista del patio de estacionamiento de ambulancias y al fondo el ingreso a Emergencia

Sala de espera:

Una vez dentro del Hospital y en el área de emergencia, los familiares deberán permanecer en la Sala de Espera, pero los familiares prefieren estar en áreas más cercanas a la puerta de entrada de emergencia y esperan en el patio de maniobras de las ambulancias, lo que dificulta la maniobra de las mismas y demora la respuesta rápida de salida y llegada de las mismas.



Figura 24. Familiares ocupando la entrada a Emergencia.



Figura 25. Sala de Espera totalmente desocupada

La poca utilización de la Sala de Espera, que ha sido adecuadamente localizada lejos del área de atención de pacientes, hecho que facilita la movilización del personal y camillas en los diferentes servicios de Emergencia pues la aglomeración de familiares ha sido despejada y enviada fuera. Lamentablemente, por su poco uso la limpieza deja mucho que desear, convirtiéndose en un foco séptico.

Area administrativa y de recepcion de pacientes.

Triage:

El paciente una vez que ingresa al servicio de emergencia propiamente dicho deberá ser evaluado por el personal de Triage, servicio que esta manejado por médicos (2 en el turno de día y 1 en el turno de noche)



Figura 26. Consultorio de Triage, frente a la puerta de acceso a emergencia



Figura 27. Área Administrativa al ingreso a emergencia, oficina de atención al SIS y al SOAT

En esta misma área se encuentran las oficinas de seguros (SIS, SOAT), Estadística e Historias Clínicas, Caja y otras áreas administrativas.

Además en esta área se encuentra la farmacia, esta distribución ha permitido separar la zona administrativa del área de atención de pacientes propiamente dicha.



Figura 28. Farmacia y Caja, en hora punta esta área se encuentra en extremo congestionada.



Figura 29. Flujoograma de atención.

En esta misma área podemos ver el flujograma de atención claramente establecido lo que ayuda al paciente a saber cuál será su destino en el Servicio de Emergencia.

Una vez que el paciente ha sido evaluado en triaje, será derivado al servicio que se encargara de su atención.

La buena funcionalidad de ingreso y recepción de pacientes se encuentra disminuida por lo pequeño de las áreas y la gran cantidad de pacientes que deben de recibir.



Figura 30. Señalización para los diferentes ambientes.

Servicios críticos- trauma shock:

El área que ha sido designada para trauma shock es pequeña lo que dificulta la movilización del personal, eso implica que colapsaría si la afluencia de pacientes en estado crítico es mayor a cuatro.



Figura 31. Trauma Shock, sala pequeña, con dificultad para la movilización de camillas.

Emergencias pediátricas:

Con respecto a los otros servicios que se brindan, es importante hacer notar que el servicio de emergencias pediátricas se encuentra aislado del de los adultos, pero siempre dentro del complejo de emergencia.



Figura 32. Sala de Emergencias Pediátricas, aislada de los adultos, pero comparte los mismos pasillos y la misma congestión.



Figura 33. Pediatría: Unidad de Captación para el Tratamiento Integral del Niño.

Contando además con un “Área de Captación para el Tratamiento Integral del Niño” a donde acuden todos los pacientes en edad pediátrica que hayan acudido a Emergencia.

Cuidados críticos:

El área de cuidados críticos, ésta siempre abarrotada de pacientes, pero el personal trata en lo posible de resolver los problemas con los pocos recursos con los que cuenta.



Figura 34. Pacientes hacinados, camas apiñadas, sin espacio para el adecuado desplazamiento del personal.



Figura 35. Equipos no rotulados según prioridad de rescate en caso de desastre.

Estos equipos tan útiles en el día a día en caso de colapso de la estructura del Hospital no podrían ser evacuados en forma eficiente pues no se encuentran marcados de acuerdo a la prioridad de utilización en casos de ser requeridos en áreas de expansión.

Es importante resaltar que los espacios entre camilla y camilla son bastante estrechos lo que limita el accionar del personal en caso de requerirse realizar maniobras para resucitación avanzada.

Emergencias médicas:

Por la gran demanda de pacientes en el Servicio de Emergencia se ha acondicionado una nueva estructura techando el área abierta con material de polietileno, espacio que funciona como ampliación de la Sala de Observación, los intersticios del techado permiten el paso de la lluvia, lo que hace que el piso se torne resbaladizo y se forme lodo.



Figura 36. Área adaptada para ampliación de la Sala de Observación del Servicio de Emergencia.

Este espacio que se ha podido ganar fue parte del patio de maniobras de las ambulancias, pero ha servido para descongestionar parcialmente el Servicio de Emergencia.

A pesar de los esfuerzos que se han hecho para descongestionar el servicio de emergencia, aun se pueden ver los pasillos con camillas que impiden el acceso rápido a las diferentes áreas y que en caso de un desastre se convierten en un peligro para el desplazamiento del personal y la evacuación de los pacientes.

Emergencias quirúrgicas:

Las emergencias quirúrgicas son constantes y algunas pueden ser resueltas en la misma Emergencia, lo mismo ocurre con las

emergencias traumatológicas. Lamentablemente, debido a la gran demanda el área para esta atención, se sobrecarga en el día a día, lo que da una idea de cómo sería la respuesta ante una demanda masiva de atención de víctimas de un desastre, que por estadística corresponderían a cirugía y traumatología.

El Servicio de Emergencia, debido a la gran cantidad de pacientes y lo estrecho de los pasillos es difícil de evacuar. Se ha colocado el plano de rutas de evacuación en forma visible para todos los ocupantes.



Figura 37. Pacientes hacinados, camas apiñadas, sin espacio para el adecuado desplazamiento del personal.



Figura 38. Plano de rutas de evacuación.

Hospitalización, cuidados intensivos y sala de operaciones.

El acceso a las áreas de hospitalización, Cuidados Intensivos y Sala de Operaciones general y ginecológica se encuentra fuera del área de Emergencia y hay que acceder a ellas por un ascensor, el mismo que en caso de desastre obligaría a evacuar por las escaleras, que son estrechas y no diseñadas para tal efecto.



Figura 39. Escalera de acceso a hospitalización y al sótano.



Figura 40. Ascensores con más de 30 años de antigüedad, frecuentemente inoperativos.

Actualmente el funcionamiento de los ascensores permite conducir a los pacientes a Sala de Operaciones general, donde el Servicio de Emergencia tiene asignada dos salas durante las 24 horas, cantidad insuficiente ante una demanda de atención masiva de víctimas. Estas salas se encuentran en un entrepiso entre el primer y segundo pisos, área conocida como “mezzanine”, lo que le da el aislamiento adecuado.



Figura 41. Ingreso a Sala de Operaciones desde el ascensor general.

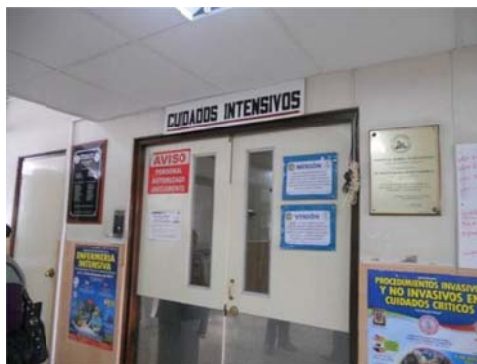


Figura 42. Cuidados Intensivos en 2do. piso, se accede por los ascensores.

La Unidad de Cuidados Intensivos se encuentra en el segundo piso y su acceso también es a través de los ascensores, lo que constituye un problema cuando estos se encuentran inoperativos, lo que nos da una idea de lo que sucedería en un desastre.

En este mismo piso se encuentra la sala de operaciones de ginecología.



Figura 43. Centro Quirúrgico Obstétrico, se accede por los ascensores.

Si los ascensores no están operativos, el acceso a hospitalización, Cuidados Intensivos y Sala de Operaciones se convierte en un problema difícil de salvar.



Figura 44 y Figura 45. Circulación vertical por escaleras estrechas.

Ayuda al diagnóstico:

Las áreas de Ayuda al Diagnóstico son adyacentes al Servicio de Emergencia y funcionan las 24 horas.



Figura 46. Pasillo que conduce a las áreas de Ayuda al Diagnóstico.



Figura 47. Pasillo de Laboratorio, no congestionado ya que el personal se desplaza hacia el paciente.

El Laboratorio tiene buena capacidad de resolución y la entrega de resultados es bastante rápida. Cuentan con un Banco de Sangre que funciona las 24 horas.



Figura 48. Ingreso a Hemoterapia dentro del Banco de Sangre.

En resumen, el Servicio de Emergencia ha hecho positivos esfuerzos para descongestionar sus espacios, pero no se ha solucionado la estrechez. Aunque el equipo de triaje y todo el personal están comprometidos con su trabajo, la demanda de un terremoto destructor desbordaría la capacidad física del servicio.



Figura 49. Área de expansión contigua al ingreso natural al Servicio de Emergencia, con una carpa instalada



Figura 50. Grupo electrógeno dual para abastecer las áreas de expansión (en proceso de instalación).



Figura 51. COE ubicado cerca al local del Voluntariado, alejado del Servicio de Emergencias y de las áreas de expansión.

4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad.

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 el nivel del piso y luego estas excavaciones son rellenas, 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 fierro fundido, 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

Instalaciones Eléctricas

El principal objetivo de este trabajo es llamar la atención y crear conciencia de la importancia que reviste la minimización de la vulnerabilidad de líneas vitales e instalaciones críticas. Se indicarán los aspectos más importantes que afectan su vulnerabilidad, así como los métodos que permiten reducirla, entregando algunas herramientas básicas para la evaluación del problema y recomendaciones de posibles soluciones. Por otra parte, es necesario hacer énfasis en las tareas de preparación de escenarios de riesgo que permitan establecer planes de contingencia adecuados para cada caso

Por sus semejanzas y diferencias, es usual dividir las líneas vitales en varias categorías, como son:

- Sistemas eléctricos
- Sistemas de Telecomunicaciones
- Sistema de depósito de combustible
- Sistema de Gases Medicinales
- Sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

	SISTEMAS ELECTRICOS	OBSERVACIONES
	Generador adecuado para el 100% de la demanda. El evaluador verifica que el generador entre en función segundos después de la caída de tensión, cubriendo la demanda de urgencias, cuidados intensivos, central de esterilización, quirófanos.	01 generador de 345 KVA abastece áreas críticas el 100 del hospital en zonas críticas. Actualmente se encuentran inoperativo, reemplazado por un G.E. encapsulado, en alquiler.
	Regularidad de las pruebas de funcionamiento en las áreas críticas.	Prueba semanalmente
	¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales?.	Ambiente adecuado y seguro
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos..	Anclajes seguro, pero cableado defectuoso y no seguro
	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.	Existen dos entradas de energía al hospital , el hecho de contar con un solo G.E. lo hacd no redundante en energía redundantes
	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido. Verificar la accesibilidad así como el buen estado y funcionamiento del tablero de control general de electricidad.	Existe tablero principal con interruptor de sobrecarga y cableado protegido en ciertos sectores , se debed mejorar en el resto del hospital.
	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc. Verificando el grado de iluminación y funcionalidad de lámparas.	Iluminación han mejorado pero existen zonas defectuosas y problemas en iluminación nocturna.
	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen subestaciones eléctrica o transformadores que proveen electricidad al hospital.	Existen 02 sub estaciones que proveen de energía eléctrica.

	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	OBSERVACIONES
	Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas. Verificar que las antenas, pararrayos cuenten con soportes que eleven el nivel de seguridad del Hospital.	Regular estado, falta de mantenimiento.
	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables de Internet). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga. <i>Bueno.</i>	Conexiones telefónicas en mal estado(fallas en tarjetas) y conexiones internas.



	Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>Verificar el estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet, etc.</i>	Radiocomunicación interna limitada, internet presenta fallas.
	Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables. Verificar que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, videoconferencia, etc.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad.	Equipos no cuentan con anclajes y cableado defectuoso.
	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital. <i>Verificar si existen sistemas de telecomunicaciones externos que interfieran con el grado de seguridad del hospital. B= Telecomunicaciones externas interfieren seriamente con las comunicaciones del hospital; M= Telecomunicaciones externas interfieren moderadamente con las comunicaciones del hospital;</i>	Están fuera del hospital.
	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones. B= malo o no existe; M= Regular; A= Bueno	Local reducido y no apropiado.
	Seguridad del sistema interno de comunicaciones. <i>Verificar el estado de los sistemas de perifoneo, anuncios, altavoces, intercomunicadores y otros, que permitan comunicarse con el personal, pacientes y visitas en el hospital.</i>	Sistema de perifoneo en mal estado, fallas en la central.

	Depósito de combustible (diésel)	OBSERVACIONES
	Tanques para combustible con capacidad suficiente para un mínimo de 5 días. Verificar que el hospital cuente con depósito amplio y seguro para almacenaje de combustible.	Autonomía de con capacidad de 05 a más días
	Anclaje y buena protección de tanques y cilindros	Tanques en recintos no seguros y carecen de anclajes.
	Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles. Verificar que los depósitos que contienen elementos inflamables se encuentren a una distancia que afecte el grado de seguridad del Hospital.	Falta de señalización en los recintos.
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	Menos del 60% se encuentran en buenas condiciones.

	Sistema de Gases medicinales (oxígeno, etc.)	OBSERVACIONES
	Almacenaje suficiente para 15 días como mínimo.	Almacenamiento con tanque criogénico mínimo para 04 días.
	Anclaje de tanques, cilindros y equipos complementarios	Algunas botellas no cuentan con la seguridad adecuada.

Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	Existen fuentes externas de gases medicinales.
Ubicación apropiada de los recintos.	Recintos accesibles y seguros.
Seguridad del sistema de distribución (válvulas, tuberías y uniones).	75 % de las mismas se encuentran en buen estado.
Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales.	Existen áreas exclusiva para los tanques de oxígeno.
Seguridad apropiada de los recintos.	Área sin medidas de seguridad apropiada por estar cerca de estacionamiento de vehículos

Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas.	OBSERVACIONES
Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.	Soportes de regular condición
Condición de tuberías, uniones, y válvulas.	Regular condición
Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente.	Mala
Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado.	Regular
Ubicación apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	Buena
Seguridad apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	Recintos de regular seguridad.
Funcionamiento de los equipos (Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores, entre otros). B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	Calderos de regular funcionamiento.

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 AI-1, Anexo I) desarrollado por la Compañía Buttán 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



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



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 09 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-10 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. Puede observarse que para algunas mediciones se ha obtenido un intervalo de valores donde se encuentra el valor del periodo de oscilación de la edificación, esto se debe a que no es posible identificar un solo pico de amplitud máxima en el Espectro de Amplitudes de Fourier, posiblemente esta forma del

espectro se debe a que en el instante de la medición existieron diversas fuentes de excitación.

Tabla 4.2.1. Valores de periodos fundamentales estimados

Punto	Periodo (seg)	
	Dirección X	Dirección Y
01	0.12	0.10
02	0.10	0.09
03	0.09	0.09
04	0.12	0.07 - 0.11
05	0.06 - 0.10	0.07 - 0.11
06	0.27	0.31
07	0.27	0.31
08	0.11	0.10
09	0.05 - 0.08	0.05 - 0.08

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 de los periodos obtenidos para las diferentes edificaciones varían de 0.05 s a 0.31 s, valores que corresponden a edificaciones de 1 a 7 pisos.

4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital

4.3.1. Generalidades

El Hospital María Auxiliadora está conformado por edificaciones de 1 y 7 pisos y sus estructuras están cimentados mediante cimientos corridos y zapatas con columnas y vigas de cimentación. El hospital está ubicado en la Av. Miguel Iglesias N° 968 del distrito de San Juan de Miraflores, Provincia y Departamento de Lima.

4.3.2. Objetivo del Estudio

El presente estudio de auscultación de cimentaciones tiene como objeto investigar el subsuelo donde se ha cimentado el Hospital María Auxiliadora y verificar la capacidad de carga de los cimientos de sus

estructuras. Con tal motivo se realizaron trabajos de auscultación geotécnica por medio de excavación de calicatas, extracción de muestras alteradas de los estratos, las que han permitido describir el tipo de suelo predominante, las características físicas y mecánicas, y el valor de la capacidad de carga admisible de las cimentaciones. Asimismo se verificó las dimensiones de las cimentaciones ejecutadas, y si estas corresponden a las especificadas en los planos.

El programa de trabajo realizado ha consistido en lo siguiente.

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

4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad

En el reconocimiento geológico del área en estudio se encuentra que este hospital está localizado sobre depósitos eólicos pleistocénicos los cuales están conformados por acumulación de arenas eólicas antiguas que conforman lomas y cerros de arena como es el caso en el Cerro Lomo de Corvina, extendiéndose hasta la tablada de Lurín. Estas arenas han debido tener una estructura de dunas que después han cambiado con el proceso de estabilización quedando como grandes extensiones de mantos de arena cuya superficie tiene un modelado suave con coloraciones grises. Por la estabilidad que muestran se trata del cuaternario antiguo pleistoceno (Qe-p).

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

Sismicidad.

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

Según la historia sísmica de la región, cuya fuente básica de datos es el trabajo de Silgado (1978), en la ciudad de Lima se han registrado fuertes movimientos sísmicos que generaron intensidades tan altas como IX a X en la Escala Modificada de Mercalli. Según el Mapa de Zonificación Sísmica del Perú de la Norma de Diseño Sismorresistente (NTE E030), la ciudad de Lima se encuentra ubicada en la Zona 3, la cual es la zona de más alta actividad sísmica en el país, correspondiéndole un factor de zona $Z = 0.4$. Este factor es equivalente a la aceleración horizontal máxima esperada en un periodo de exposición sísmica de 50 años, con una probabilidad de excedencia de 10%.

4.3.4. Auscultación de Zapatas y Cimentación

Los trabajos de exploración de campo se desarrollaron entre los días 29 de Octubre al 03 de Noviembre del 2013, y consistieron en auscultar la cimentación por medio de excavación de 05 calicatas en las zonas indicadas y distribuidas convenientemente.

Excavación de Calicatas.

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del terreno donde se ha cimentado las edificaciones del Hospital María Auxiliadora, se realizó la exploración de 05 auscultaciones por medio de calicatas de profundidades variables, ubicadas cada una convenientemente. De las calicatas se extrajo muestras alteradas para su evaluación y caracterización en el laboratorio. En la Tabla 4.3.1 se presenta el resumen de las calicatas realizadas. Los reportes de registros de las calicatas se presentan en el Anexo I. La ubicación de las auscultaciones por medio de calicatas se presenta en la Figura 1.

Tabla 4.3.1. Resumen de Calicatas Excavadas en el Área de Estudio

Calicata	Profundidad investigada (m)	Nivel Freático	Nº Muestras
C-1	2.00	N.A	1
C-2	2.00	N A	1
C-3	3.00	N A	1
C-4	1.30	N A	1
C-5	2.00	N A	1

Auscultación de las Cimentaciones

Con la finalidad de verificar las dimensiones y profundidad de la cimentación de las edificaciones existentes en el Hospital María

Auxiliadora, se realizó la auscultación de la cimentación en 05 zonas mediante calicatas distribuidas convenientemente (ver Lámina 1). La auscultación de los cimientos se hizo en forma manual, tal como se observa en el Panel Fotográfico. En la Tabla 4.3.2 se presenta el resumen de las cimentaciones auscultadas y las principales características de cada una de ellas.

Tabla 4.3.2. Resumen de las Cimentaciones Descubiertas

Cimientos descubiertos	Largo (m.)	Ancho (m.)	Peralte (m.)	Profundidad cimentación (m.)
C-1	Zapatas	2.65	0.60	1.50
C-2	Zapatas	2.30	0.60	1.60
C-3	Zapatas	1.30	2.30	2.50
C-4	Zapatas	0.60	1.50	2.00
C-5	Corrido	0.60	0.95	1.55

Perfil Estratigráfico.

Con los resultados de los registros de excavación y de los ensayos realizados, se elaboró el perfil estratigráfico del terreno que se detalla a continuación:

CALICATA C-1.

- Losa de concreto de 0.15 m.
- La capa superficial está conformada por relleno de grava con arena y limo (GM), color marrón, húmedo, medianamente suelta a compacta, presenta restos de ladrillos. El espesor promedio de esta capa es de 0.35 metros.
- Subyaciendo a este estrato se encuentra un relleno de arena limosa (SM) con grava angulosa, color marrón, húmeda, de compactidad densa, con presencia cantos angulosas a subangulosas, restos de ladrillo, concreto etc. El espesor de este estrato es 1.50 metros.
- Debajo de este estrato se encuentra arena mal gradada a arena limosa (arena eólica) (SP-SM), color marrón claro, húmeda, de compactidad densa, con presencia de gravas y cantos angulosos a subangulosos, aislados. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m. investigados.

CALICATA C-2

- Losa de concreto de 0.15 m.

- La capa superficial está conformada por un relleno de afirmado constituido por grava limosa con arena (GM), color marrón, húmeda, de compacidad densa, con presencia de gravas y cantos angulosos a subangulosos. El espesor promedio de esta capa es de 0.35 m.
- Subyaciendo a esta capa se encuentra un relleno de arena con grava (SM), color marrón, húmedo, de compacidad densa, con presencia de cantos, restos de concreto, ladrillo. El espesor promedio de esta capa es 1.60 m.
- Debajo de esta capa encontramos arena mal gradada a arena limosa (arena eólica) con grava (SP-SM), color marrón, húmeda, compacto, con presencia de gravas, cantos angulosos a subangulosos aislados, con una densidad natural $\gamma_d=1.70 \text{ gr/cm}^3$. Contenido de humedad $\omega=2.4\%$, Límite Líquido NP, Índice de Plasticidad IP= NP. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m investigados.

CALICATA C-3.

- Losa de concreto de 0.10 m.
- La capa superficial está conformada por un relleno de afirmado conformado por grava limosa con arena (GM), color marrón, húmedo, compacto, con presencia de gravas y cantos angulosos a subangulosos. El espesor promedio de esta capa es de 0.30 m.
- Subyaciendo a esta capa se encuentra un relleno de arena con grava, (SM), color marrón, húmedo, de compacidad densa, con presencia de cantos, restos de concreto, ladrillo. El espesor promedio de esta capa es 2.50 m.
- Debajo de esta capa encontramos arena mal gradada a arena limosa (arena eólica) con grava (SP-SM), color marrón, húmeda, de compacidad densa, con presencia de gravas, cantos angulosos a subangulosos aislados. Este estrato tiene un espesor mayor a los 3.00 m investigados.

CALICATA C-4.

- Losa de concreto de 0.10 m.
- La capa superficial está conformada por material de afirmado constituido por grava limosa con arena (GM), color marrón, húmeda, compacto, con presencia de gravas angulosas a subangulosas. El espesor promedio de esta capa es de 0.40 metros.

- Subyaciendo a esta capa se encuentra relleno de grava mal gradada producto de la roca alterada, (GP), color marrón, húmedo, de compacidad densa, con presencia de roca alterada y cantos angulosos. El espesor promedio de esta capa 1.10 m.
- Debajo de este estrato se encuentra una roca alterada y meteorizada (lutita). El espesor de este estrato es mayor a los 2.00m.

CALICATA C-5.

- Losa de concreto de 0.20 m.
- La capa superficial está conformada por relleno de afirmado constituido por grava limosa con arena (GM), color marrón, húmedo, compacto, con presencia de gravas y cantos angulosos a subangulosos. El espesor promedio de esta capa es de 0.50 m.
- Subyaciendo a esta la capa se encuentra un relleno conformado por grava mal gradada a grava limosa con arena (GP-GM), color marrón, húmeda, compacto, con presencia de cantos angulosos a subangulosas aislados y restos de ladrillo, concreto. La profundidad a la que llega este estrato es de 1.10 metros.
- Por debajo de esta capa encontramos arena mal gradada a arena limosa (arena eólica) (SP-SM), color marrón, húmeda, de compacidad densa con gravas angulosas a subangulosas. El espesor de este estrato es mayor a los 2.00 m explorados.

4.3.5. Ensayos de Laboratorio

Con las muestras obtenidas de las calicatas se realizaron 05 análisis granulométricos por tamizado, 05 límites de consistencia, 01 corte directo y 01 análisis químico según las normas ASTM correspondientes.

Los ensayos estándar para la clasificación de suelos y propiedades mecánicas, así como el ensayo de corte directo, se realizaron en el Laboratorio Geotécnico de CISMID. Sus resultados se presentan en las Tablas 4.3.3 y 4.3.4.

Tabla 4.3.3. Resultados de los Ensayos de Laboratorio y Clasificación de suelos

Calicata	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
Muestra	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m)	1.50-2.00	1.60-2.00	2.50-3.00	1.10-2.00	1.10-2.00
%Gravas	37.2	45.9	46.4	96.8	10.2
%Arena	51.1	46.8	47.5	2.7	79.7
%Finos	11.7	7.3	6.1	0.5	10.1
L.L.	NP	NP	19	NP	NP
I.P.	NP	NP	NP	NP	NP
Humedad (%)	3.3	2.4	4.2	1.8	2.7
SUCS	SP-SM	SP-SM	SP-SM	GP	SP-SM

Tabla N° 4.3.4. Resultados del Ensayo de Corte Directo

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Clasificación SUCS	Parámetros (drenados)	
				Angulo de Fricción (°)	Cohesión (kg/cm²)
C-2	M-1	1.60-2.00	GP-GM	29°	0.0

4.3.6. Análisis de la Cimentación

Se presenta a continuación el análisis de la cimentación encontrada en las estructuras auscultadas.

- Profundidad de los Cimientos Auscultados

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

- En la zona de la calicata C-1. $D_f=1.60$ m. La cimentación se encuentra sobre arena mal gradada a arena limosa con grava aisladas (SP-SM).

- En la zona de la calicata C-2. $D_f=1.60$ m. La cimentación se encuentra sobre arena mal gradada a arena limosa con presencia de gravas y cantos angulosos a subangulosos (SP-SM).
- En la zona de la calicata C-3. $D_f =2.60$ m. La cimentación se encuentra sobre arena pobremente gradada, limo con presencia de cantos, boleos angulosos a subangulosos (SP-SM).
- En la zona de la calicata C-4. $D_f =2.00$ m. La cimentación se encuentra sobre roca alterada (lutita) alterada y meteorizada.
- En la zona de la calicata C-5. $D_f =1.55$ m. La cimentación se encuentra sobre arena mal gradada a arena limosa con gravas, cantos angulosos a subangulosos (SP-SM).

▪ Tipo de Cimentación

Teniendo en cuenta los resultados de la auscultación de los cimientos, la profundidad de cimentación varía entre 1.60m y 2.60m, por ello se evaluará la cimentación de la estructura a la profundidad promedio $D_f = 1.80$ m.

Por otro lado se verificó que éstas se encuentran cimentadas sobre el suelo natural, observándose la existencia de falsas zapatas y cimentación corrida.

▪ Capacidad de Carga

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

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

Se analizó la capacidad admisible del terreno para la cimentación corrida y las zapatas.

$$q_u = S_c C N_c + S\gamma \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma + S_q q N_q$$

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Donde:

- q_u = capacidad última de carga.
- q_{ad} = capacidad admisible de carga.
- F_s = factor de seguridad = 3.

- γ = peso unitario del suelo.
 D_f = profundidad de cimentación.
 N_c, N_γ, N_q = parámetros de capacidad portante en función de ϕ .
 Sc, S_γ, S_q = factores de forma (Vesic, 1979).

Factores de capacidad de carga

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

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

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

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

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

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

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

Tomando en cuenta estos criterios se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 4.3.5. Cálculo de la Capacidad de Carga Admisible

Estructura	Suelo de fundación	B (m)	D_f (m)	γ g/cm ³	C kg/cm ²	ϕ (°)	q_u kg/cm ²	q_{ad} kg/cm ²
Zapatas.	Arena mal gradada con limo	2.30	2.00	1.70	0	29	4.36	1.45
Cimientos corridos.	Arena mal gradada con limo	0.60	1.60	1.80	0	29	2.39	0.80

* Nota: Se calcula por falla de corte local.

▪ Cálculo de Asentamientos

Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento de la cimentación a 1 pulgada, por el tipo de cimentación. Para determinar el asentamiento se ha utilizado el método elástico para el cálculo del asentamiento inmediato mediante la siguiente relación:

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

Donde:

Si	=	Asentamiento en cm.
Relación de Poisson	=	0,3.
If	=	Factor de forma (cm/m).
Es	=	Módulo de elasticidad (ton/m ²).
q	=	Presión de trabajo (ton/m ²).
B	=	Ancho de la cimentación.

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

Tabla 4.3.6. Cálculo de Asentamientos de la Cimentación

Ubicación	Suelo de fundación	D _f (m)	E _s Kg/cm ²	Q _{ad} (1) kg/cm ²	Si Cm
Zapatas	Arena mal gradada con limo	1.80	200	1.45	1.44
Cimientos corridos	Arena mal gradada con limo	1.60	200	0.80	0.21

Donde:

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

▪ **Parámetros de Sismo**

Según la información de la exploración geotécnica generada en el presente estudio se concluye que el suelo de cimentación está conformado por un estrato de suelo gravoso con arenas limosas, compacto. En consecuencia, las características dinámicas de este material corresponden a un suelo intermedio, por lo tanto, para el análisis de respuesta sísmica de la estructura, de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E-030, se recomienda considerar al suelo de cimentación como un Suelo Tipo S2, con un período predominante de T_S = 0.6 s y un factor de suelo S = 1.2.

- **Agresividad del suelo a la cimentación**

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

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

Se ha ejecutado 01 ensayo de contenido de elementos químicos en la muestra obtenida de la Calicata C-02, como son Contenido de Sales Solubles Totales, de Cloruros y Sulfatos, cuyos resultados se muestran en la Tabla VIII. En esta muestra los valores están por debajo de los límites máximos estipulados como agresivos para estructuras de concreto armado.

Tabla 4.3.7. Elementos Químicos Nocivos para la Cimentación

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

Tabla 4.3.8. Ensayos Químicos Ejecutados

Calicata y muestra	Profundidad promedio	(p.p.m) valores promedio				Agresión
		s.s.t	So	Cl	pH	
C-02 M-1	1.60m a 2.00 m.	553	335	168	-	Muy leve

En consecuencia, la presencia de sulfatos solubles en agua es de 335 ppm, menor que 1000 ppm, el cual presentará leve ataque químico al concreto de la cimentación. Cloruros 168 ppm menor que 6000 ppm, no ocasionarán problemas de corrosión a las armaduras y las sales solubles totales de 553 ppm menor que 15000 ppm no ocasionarán problemas de pérdida de resistencia mecánica por lixiviación.

4.3.7. Conclusiones

- Se han ejecutado 05 auscultaciones por excavaciones manuales denominadas C-1 a C-5, con profundidades variables, las que están comprendidas desde los 2.00 m hasta los 3.00 m. La auscultación de la cimentación se realizó en las 05 zonas indicadas. Hasta la profundidad explorada no se ubicó el nivel freático.
- El perfil estratigráfico está conformado por arena mal gradada arena limosa con gravas angulosas a subangulosas (SP-SM), de color marrón, húmedo, densa a compacta, con presencia de cantos, boleos angulosas a subangulosas, humedad $W= 2.4\%$, Limite Liquido $LL= NP$, $IP= NP$, densidad seca $\rho_d= 1.70 \text{ gr/cm}^3$, ángulo de fricción interna $\Phi=29^\circ$ y cohesión $C=0.0 \text{ Kg/cm}^2$. El espesor de este estrato es de más de 3.00 m. En forma localizada el terreno presenta arena fina (eólica) con gravas.
- La profundidad de cimentación encontrada en las estructuras auscultadas, varía de 1.60 m, a 2.60 m. En todos los casos, la cimentación se encuentra sobre el terreno natural.
- Del análisis de cimentación se determinó la capacidad de carga admisible de 1.44 Kg/cm² para zapatas y 0.80 Kg/cm² para cimientos corridos, de acuerdo a las dimensiones especificadas en el presente estudio.
- Para el análisis sismoresistente de las estructuras, el Hospital María Auxiliadora se encuentra localizado en la Zona 3, correspondiéndole un factor de zona $Z= 0.4$, según la Norma de Diseño Sismorresistente E-030.

- De las exploraciones realizadas, el perfil de suelo clasifica como un suelos tipo S2 de la Norma E-030, con un valor de $T_p = 0.6$ s y un factor de suelo $S = 1.2$.
- Los resultados de los análisis químicos de los suelos donde se desplanta la cimentación, muestran pequeñas concentraciones de sales solubles totales y bajas concentraciones de sulfatos y cloruros, los cuales no ocasionarán problemas a la cimentación.
- Las conclusiones y recomendaciones presentadas, solo se aplicarán al área estudiada, no será aplicada en otros sectores y para otros fines.

4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero

Se han extraído muestras de acero de refuerzo de elementos estructurales de los edificios considerados críticos. Se 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.

4.4.2. Resistencia del Acero de Refuerzo

Las muestras extraídas fueron ensayadas en el laboratorio de estructuras del CISMID según norma ASTM A615 NTP 341.031. Los resultados se muestran en la planilla adjuntas a este informe. Los resultados de los ensayos de tracción indican que se ha usado acero con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm^2 .

4.4.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido

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

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

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

4.4.4. Resistencia del Concreto

Las muestras fueron ensayadas de acuerdo a las Normas ASTM C 39 NTP 339.034 ASTM C 42 NTP 339.059. Las características de las muestras y los resultados están contenidas en las planillas del laboratorio adjuntas en este informe. En la Tabla 4.4.1 se muestra el resumen de los ensayos.

Tabla 4.4.1. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

IDENTIFICACION	Elemento Estructural	Resistencia (Kg/cm²)
M-01	Columna	248.3
M-02	Columna	232.3
M-03	Viga	304.4
M-04	Columna	304.1
M-05	Columna	291.2
M-06	Columna	182.6
M-07	Viga	300.2
M-08	Columna	245.4
M-09	Columna	264.4
M-10	Columna	275.1
M-11	Columna	226.0
M-12	Columna	219.6
M-13	Columna	233.4
M-14	Columna	275.3
Promedio=		257.3

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



5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

5.1. Modelos Matemáticos

Los modelos matemáticos de las estructuras de los diversos bloques o sectores que forman el Hospital María Auxiliadora fueron elaborados con el programa de cómputo para análisis estructural ETABS (Computer and Structures Inc.). Los bloques analizados fueron definidos en el primer informe de este estudio, y son todos los bloques del hospital con excepción del edificio que alberga al Taller de Mantenimiento (bloque O). Los edificios de un piso y de dos pisos (sótano más primer piso) están formados principalmente por pórticos de concreto armado. Los bloques de siete pisos más sótano están constituidos por un sistema dual de muros y pórticos de concreto armado. Sin embargo, con base en las inspecciones realizadas durante la fase de screening, así como las mediciones de vibración ambiental, se observó una contribución importante a la rigidez lateral de la tabiquería adosada a los pórticos, de 0.15 m de espesor, en las dos direcciones principales de análisis. Por ello, la tabiquería fue incluida en los modelos matemáticos.

En los edificios analizados se han considerado las losas de techo como un diafragma rígido. Las masas fueron estimadas con base en los pesos de los componentes de los modelos y aplicadas puntualmente en nudos principales de los pisos de los modelos.

El módulo de elasticidad para el concreto fue considerado con base en los resultados experimentales, empleando las recomendaciones de la Norma de Diseño en Concreto Armado NTE E060. El módulo de elasticidad para la albañilería fue determinado empleando las recomendaciones de la Norma de Diseño en Albañilería NTE E070.

En las figuras siguientes se muestran los modelos tridimensionales de los edificios analizados del hospital, considerando la inclusión de la tabiquería. En estos modelos los ejes X e Y representan las direcciones horizontales y el eje Z representa la dirección vertical.

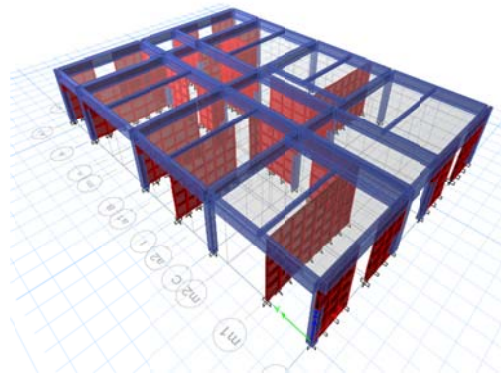


Figura 52. Bloque A, modelo de análisis.

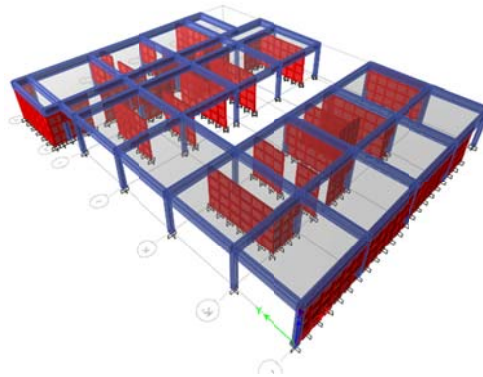


Figura 53. Bloque B, modelo de análisis.

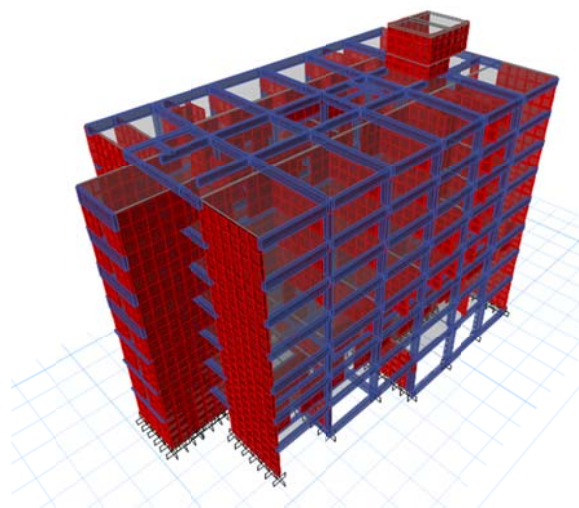


Figura 54. Bloque C, modelo de análisis.

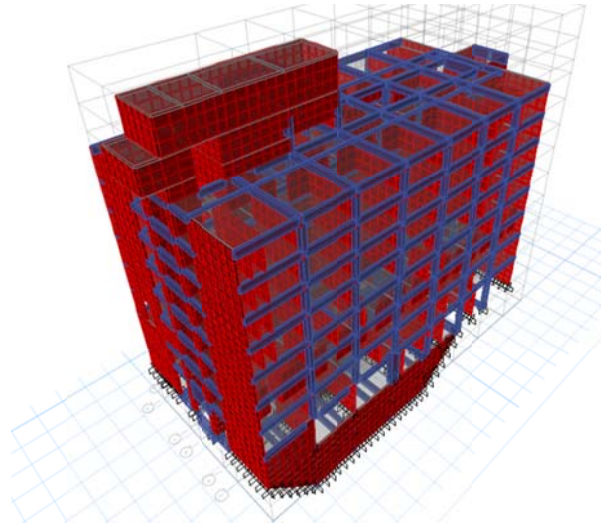


Figura 55. Bloque D, modelo de análisis.

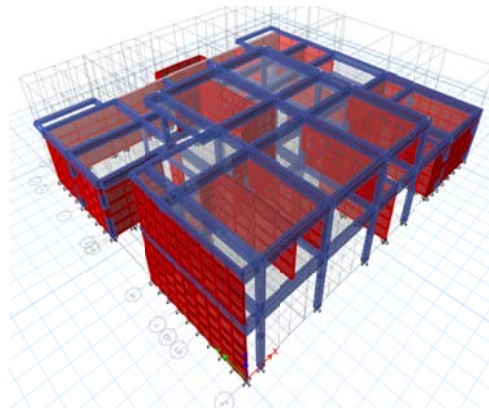


Figura 56. Bloque E, modelo de análisis.

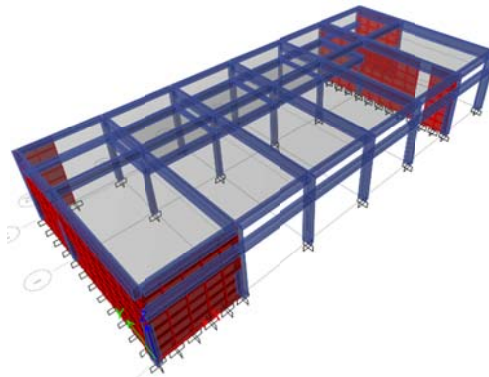


Figura 57. Bloque F, modelo de análisis.

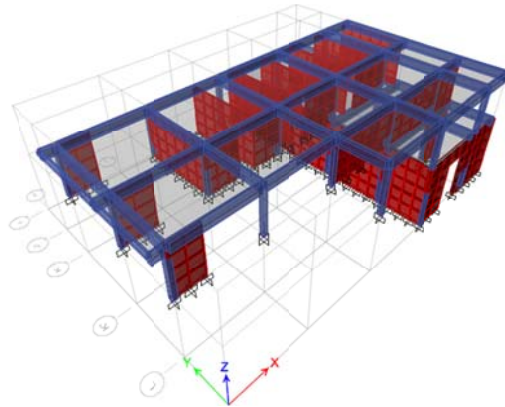


Figura 58. Bloque G, modelo de análisis.

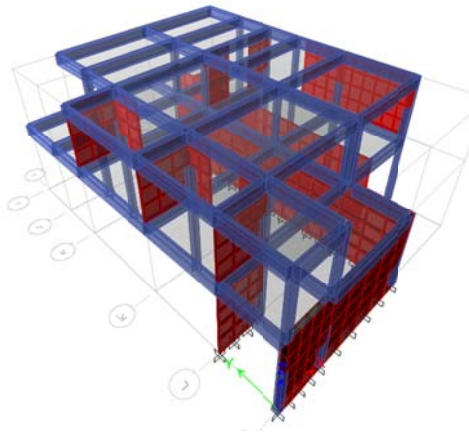


Figura 59. Bloque H, modelo de análisis.

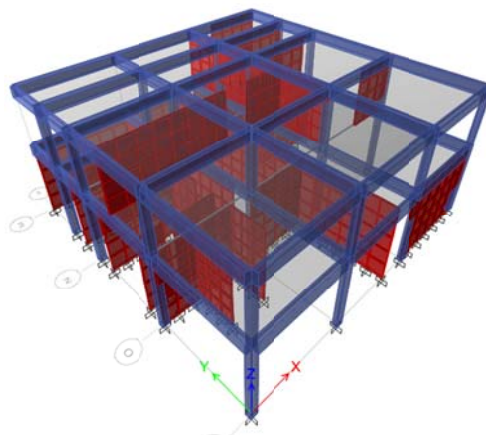


Figura 60. Bloque I, modelo de análisis.

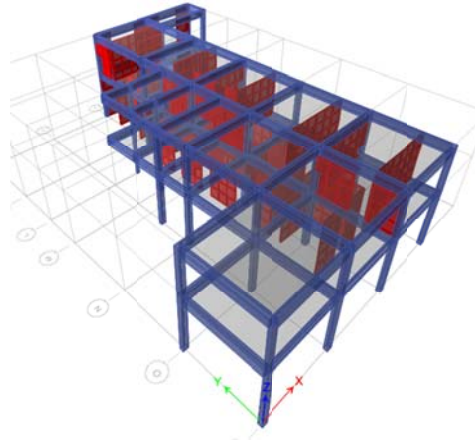


Figura 61. Bloque J, modelo de análisis.

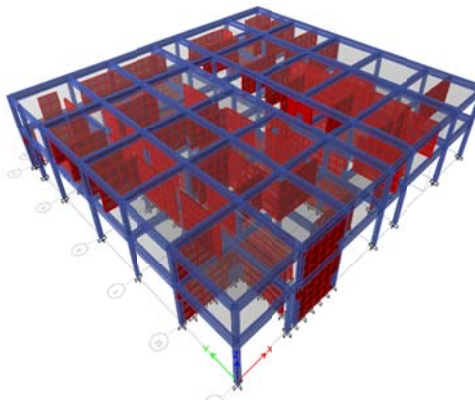


Figura 62. Bloque K, modelo de análisis.

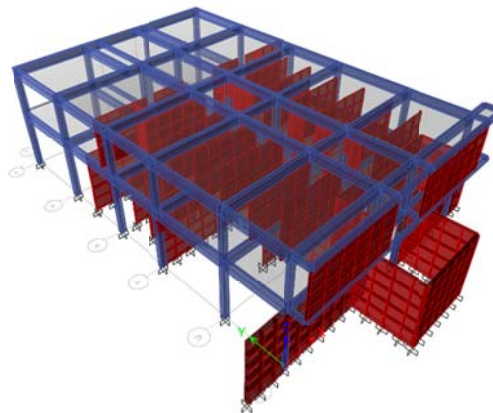


Figura 63. Bloque L, modelo de análisis.

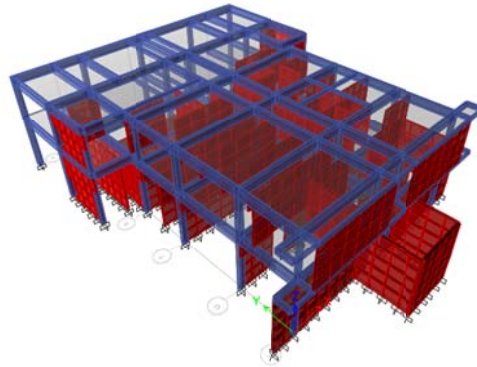


Figura 64. Bloque M, modelo de análisis.

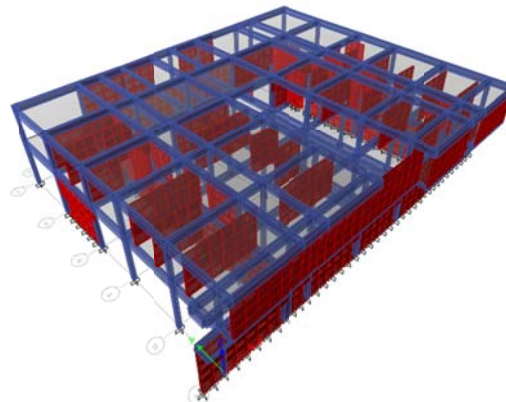


Figura 65. Bloque N, modelo de análisis.

5.2. Demandas de Carga

Las cargas muertas, principalmente corresponden a unidades de albañilería cocida 1.80 t/m^3 y losas aligeradas de 0.25 m de peralte, con una carga uniformemente distribuida de 0.35 ton/m^2 . En la estimación de las cargas vivas repartidas se han tomado como referencia las cargas especificadas en la Norma Técnica E020 Cargas del R.N.E. La magnitud de las cargas vivas fue considerada igual a 0.40 t/m^2 como valor máximo aplicado en los corredores. La demanda sísmica fue determinada empleando la Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente del R.N.E. En todos los edificios fueron considerados dos casos de análisis sísmico, cada uno en las direcciones de los ejes horizontales X e Y. Los factores que definieron los espectros de respuesta de la Norma Técnica E030 son los siguientes:

- Factor de zona: $Z = 0.4$ (sismo severo)
 $Z = 0.2$ (sismo moderado)
- Factor de uso: $U = 1.5$
- Factor de suelo: $S = 1.2$ ($T_p = 0.6$ s)
- Factor de amplificación estructural, C_i :

$$C_i = 2.5 \left(\frac{T_p}{T_i} \right) \leq 2.5$$

- Coeficiente de reducción de la respuesta, R: variable.

Los valores de R en los edificios analizados fueron iguales a 3 para el caso de sismo moderado, para considerar la contribución de la albañilería, detectada en los trabajos de inspección y en las mediciones de vibración ambiental. Para el caso de sismo severo, en los edificios de 1 y 2 pisos los valores de R fueron iguales a 8 en los casos que en la evaluación del sismo moderado se presentaron distorsiones de entrepiso mayores que el límite establecido en 0.0015, asociado a daños en la albañilería. Asimismo, para el caso de sismo severo en los edificios de los bloques C y D (siete pisos más sótano), los valores de R fueron iguales a 7 para considerar el sistema dual de pórticos más muros de concreto armado, debido a para el sismo moderado se presentaron distorsiones de entrepiso mayores que el límite establecido en 0.0015. En los casos de configuración estructural irregular, se consideró la disminución de los valores de R con un factor de $\frac{3}{4}$.

5.3. Determinación de las Máximas Deformaciones para un Sismo Moderado y un Sismo Severo

Las deformaciones máximas en las estructuras fueron evaluadas mediante el cálculo de las distorsiones de entrepiso máximas, para los casos de sismo moderado y sismo severo, y en las dos direcciones horizontales de análisis. De acuerdo a la Norma Técnica E030, los desplazamientos laterales de piso obtenidos mediante el análisis sísmico empleando el espectro de la Norma, deben ser multiplicados por 0.75 R. En las tablas siguientes se presentan las distorsiones de entrepiso máximas para las edificaciones evaluadas, tanto para el caso de un sismo moderado como para el de un sismo severo.

Tabla 5.3.1 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque A.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0002	0.0003	0.0004	0.0006

Tabla 5.3.2 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque B.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0004	0.0003	0.0008	0.0005

Tabla 5.3.3 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque C.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
6	0.0016	0.0016	0.0109	0.0072
5	0.0017	0.0017	0.0112	0.0075
4	0.0017	0.0017	0.0112	0.0076
3	0.0019	0.0018	0.0111	0.0077
2	0.0017	0.0017	0.0101	0.0077
Entrepiso	0.0012	0.0011	0.0084	0.0064
1	0.0012	0.0015	0.0062	0.0064
Sótano	0.0002	0.0005	0.0014	0.0021

Desplazamiento a nivel del piso 1 = 0.030m (dir. Y, dirección de contacto con bloques de un piso)

Desplazamiento a nivel del piso 6 = 0.224m (dir. X, dirección de contacto con bloque C)

Tabla 5.3.4 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque D.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
6	0.0019	0.0024	0.0079	0.0116
5	0.0021	0.0026	0.0090	0.0122
4	0.0022	0.0027	0.0093	0.0122
3	0.0025	0.0031	0.0101	0.0133
2	0.0022	0.0033	0.0100	0.0120
Entrepiso	0.0018	0.0033	0.0091	0.0107
1	0.0019	0.0024	0.0072	0.0079
Sótano	0.0007	0.0010	0.0019	0.0033

Desplazamiento a nivel del piso 1 = 0.046m (dir. Y, dirección de contacto con bloques de un piso)

Desplazamiento a nivel del piso 6 = 0.216m (dir. X, dirección de contacto con bloque C)

Tabla 5.3.5 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque E.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0011	0.0004	0.0022	0.0007
Sótano	0.0005	0.0004	0.0009	0.0008
Mezzanine	0.0004	0.0004	0.0008	0.0008

Tabla 5.3.6 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque F.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0018	0.0007	0.0036	0.0014

Tabla 5.3.7 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque G.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0011	0.0006	0.0022	0.0012
Sótano	0.0018	0.0010	0.0037	0.0020

Tabla 5.3.8 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque H.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0018	0.0010	0.0247	0.0019
Sótano	0.0024	0.0005	0.0257	0.0010

Tabla 5.3.9 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque I.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0018	0.0018	0.0036	0.0035
Sótano	0.0011	0.0011	0.0022	0.0021

Tabla 5.3.10 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque J.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0005	0.0011	0.0010	0.0022
Sótano	0.0011	0.0010	0.0021	0.0020

Tabla 5.3.11 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque K.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0009	0.0010	0.0018	0.0020
Sótano	0.0009	0.0006	0.0017	0.0012

Tabla 5.3.12 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque L.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0005	0.0011	0.0010	0.0022
Sótano	0.0011	0.0010	0.0021	0.0020

Tabla 5.3.13 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque M.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0015	0.0007	0.0030	0.0014
Sótano	0.0008	0.0004	0.0015	0.0007

Tabla 5.3.14 Distorsiones máximas de entrepiso. Bloque N.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	0.0029	0.0088	0.0183	0.0178
Sótano	0.0006	0.0008	0.0149	0.0133

5.4. Cuantificación del Estado de los Elementos Estructurales y Daño Inducido

Con los resultados de los análisis sísmicos, en particular las distorsiones de entrepiso para cada bloque analizado del hospital, se realizó una cuantificación del estado de los elementos estructurales, para cada nivel de sismo considerado. Para ello se tomaron en cuenta los límites admisibles de distorsión de entrepiso de 0.0015 y 0.0030, considerados para el sismo moderado y el sismo de servicio, respectivamente, así como los valores de la tabla 5.4.1 elaborada en el CISMID sobre la base de los resultados de numerosos ensayos en muros de albañilería.

Tabla 5.4.1 Niveles de distorsión y daños en muros de albañilería.

Distorsión	Comportamiento y daño	Tamaño de fisuras
1/3200 (0.0003)	Grietas no visibles.	
1/1600 (0.0006)	Primeras grietas en talón o base.	0.1-0.3 mm
1/800 (0.0013)	Grieta diagonal inicial.	0.5-1.0 mm
1/400 (0.0025)	Inicio de aberturas en diagonal y grietas en confinamientos.	2.0-5.0 mm
1/200 (0.0050)	Apertura de la grieta diagonal en una franja de longitud L/4 y agrietamiento generalizado en el muro. Posibilidad de rotura de vidrios y puertas trabadas.	5.0-8.0 mm

Las tablas siguientes resumen la cuantificación del daño en los bloques analizados.

Tabla 5.4.2 Daño inducido. Bloque A.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Fisuras no visibles en tabiques.	Fisuras no visibles en tabiques.	Fisuras poco visibles en tabiques	Fisuras en base de tabiques.

Tabla 5.4.3 Daño inducido. Bloque B.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Fisuras poco visibles en tabiques.	Fisuras no visibles en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.

Tabla 5.4.4 Daño inducido. Bloque C.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
6 a 1	Grietas diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.	Agrietamiento general en muros y pórticos.	Agrietamiento general en muros y pórticos.
Sótano	Fisuras no visibles en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Grietas iniciales en tabiques	Aberturas diagonales en tabiques.

Tabla 5.4.5 Daño inducido. Bloque D.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
6 a 1	Aberturas diagonales en tabiques.	Aberturas diagonales en tabiques	Agrietamiento general en muros y pórticos.	Agrietamiento general en muros y pórticos.
Sótano	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Grietas diagonales en tabiques	Aberturas diagonales en tabiques.

Tabla 5.4.6 Daño inducido. Bloque E.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Grietas diagonales en tabiques.	Fisuras poco visibles en tabiques.	Aberturas en diagonal en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.
Sótano y Mezzanine	Fisuras poco visibles en tabiques.	Fisuras poco visibles en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.

Tabla 5.4.7 Daño inducido. Bloque F.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Grietas diagonales en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Aberturas en diagonal en tabiques	Grietas diagonales en tabiques.

Tabla 5.4.8 Daño inducido. Bloque G.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Aberturas en diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.
Sótano	Grietas diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.	Aberturas en diagonales en tabiques.	Aberturas en diagonales en tabiques.

Tabla 5.4.9 Daño inducido. Bloque H.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Grietas diagonales en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Agrietamiento general en muros y pórticos.	Aberturas en diagonal en tabiques.
Sótano	Aberturas en diagonal en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Agrietamiento general en muros y pórticos.	Grietas diagonales en tabiques.

Tabla 5.4.10 Daño inducido. Bloque I.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Grietas diagonales en tabiques	Grietas diagonales en tabiques	Aberturas en diagonal en tabiques.	Aberturas en diagonal en tabiques.
Sótano	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.

Tabla 5.4.11 Daño inducido. Bloque J.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Grietas diagonales en tabiques.	Fisuras poco visibles en tabiques.	Aberturas en diagonal en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.
Sótano	Fisuras poco visibles en tabiques.	Fisuras poco visibles en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.

Tabla 5.4.12 Daño inducido. Bloque K.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.
Sótano	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.

Tabla 5.4.13 Daño inducido. Bloque L.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.
Sótano	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.

Tabla 5.4.14 Daño inducido. Bloque M.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Grietas diagonales en tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Aberturas diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.
Sótano	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.	Grietas diagonales en tabiques.

Tabla 5.4.15 Daño inducido. Bloque N.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
1	Aberturas en diagonal en tabiques.	Agrietamiento general de tabiques.	Agrietamiento general en muros y pórticos.	Agrietamiento general en muros y pórticos.
Sótano	Fisuras en base de tabiques.	Fisuras en base de tabiques.	Agrietamiento general en muros y pórticos.	Agrietamiento general en muros y pórticos.

A nivel de esfuerzos en los muros, se estimaron los esfuerzos de corte en los tabiques de albañilería, encontrándose que en promedio los esfuerzos máximos en los bloques de uno y dos pisos los esfuerzos máximos son del orden de 4 kg/cm^2 para el caso de sismo moderado. Estos valores son menores que el cortante admisible para un muro de albañilería de 0.15m de espesor. En los bloques H y N se encontraron esfuerzos máximos del orden de 10.9 y 9.4 kg/cm^2 respectivamente, para el caso de sismo moderado. Estos valores implican cortantes mayores al admisible para un muro de 0.15m de espesor. La situación es más crítica en el caso de los bloques de mayor altura, C y D, en los que se encontraron muros con esfuerzos de corte máximos del orden de 21.3 y 37.3 kg/cm^2 , respectivamente; estos valores implican cortantes mayores al admisible para un muro de 0.15m de espesor. Las figuras siguientes muestran la distribución de cortantes en muros representativos de albañilería de los bloques analizados.

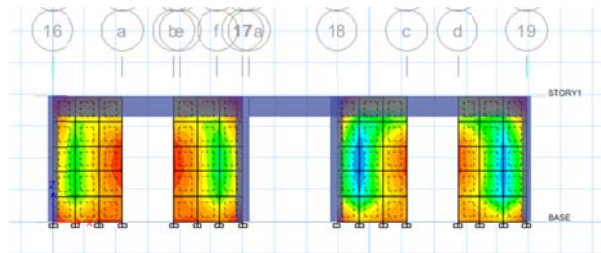


Figura 66. Bloque A. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

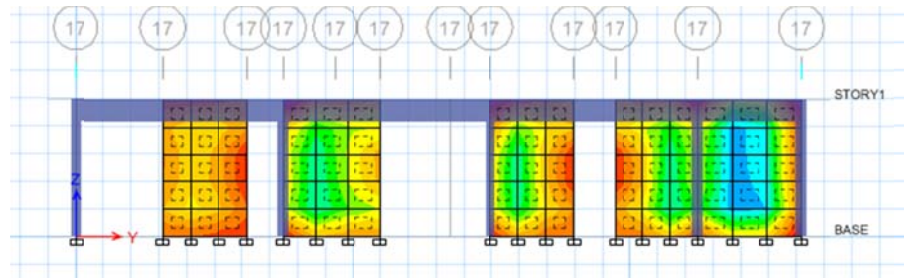


Figura 67. Bloque A. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

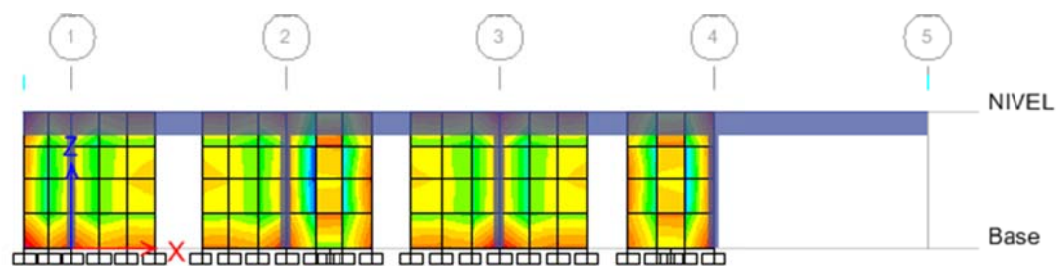


Figura 68. Bloque B. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

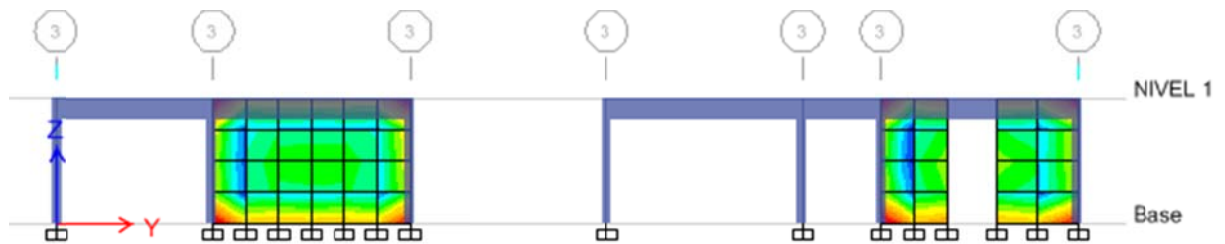


Figura 69. Bloque B. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

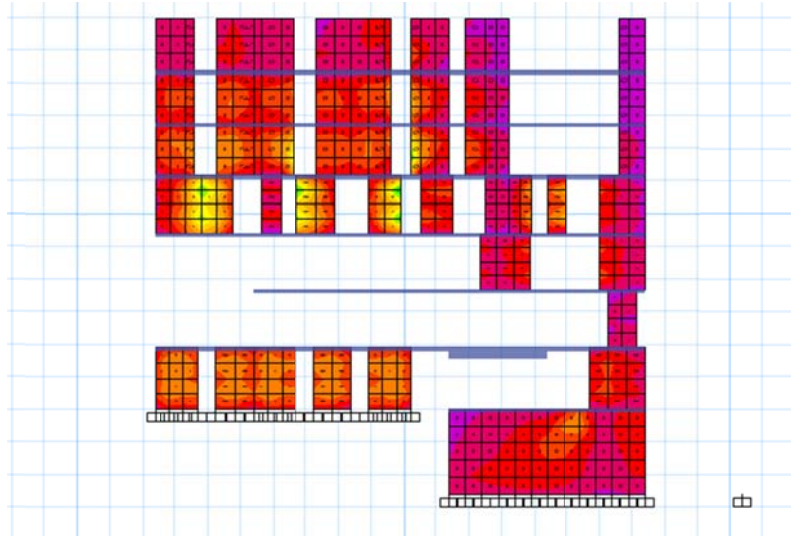


Figura 70. Bloque C. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

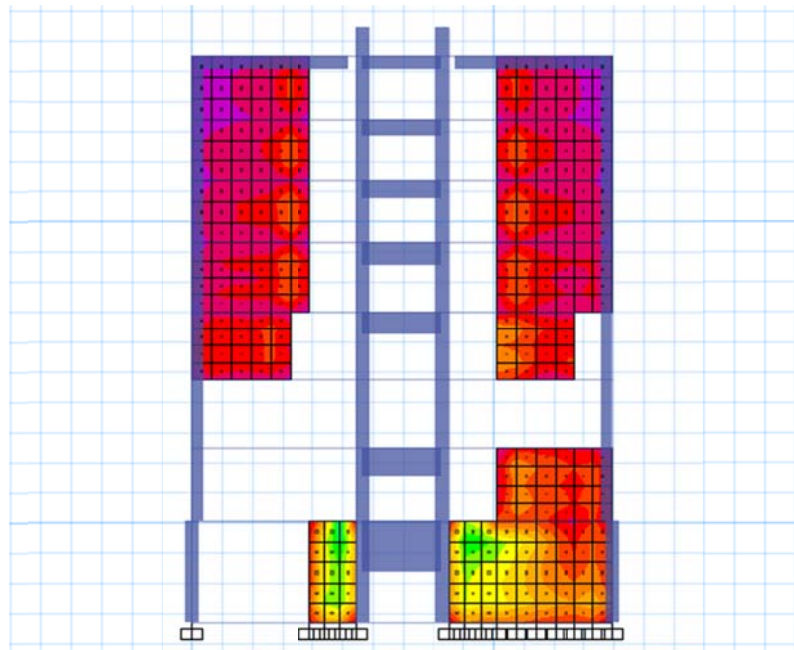


Figura 71. Bloque C. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

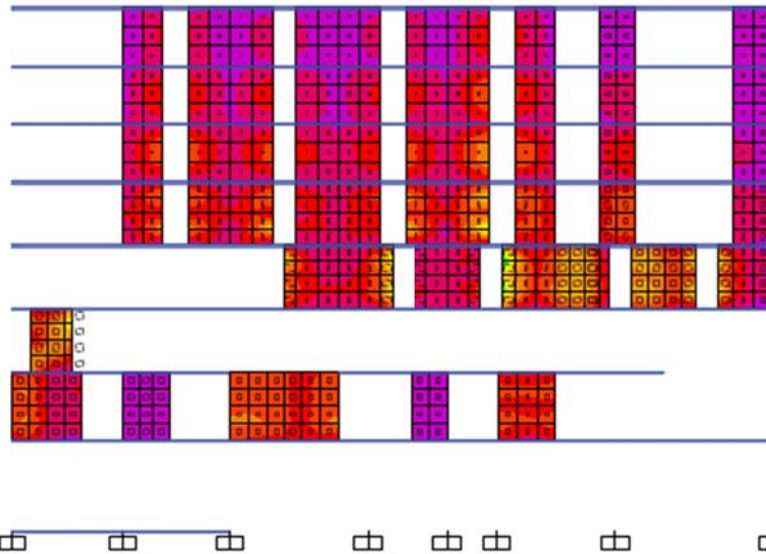


Figura 72. Bloque D. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.



Figura 73. Bloque D. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

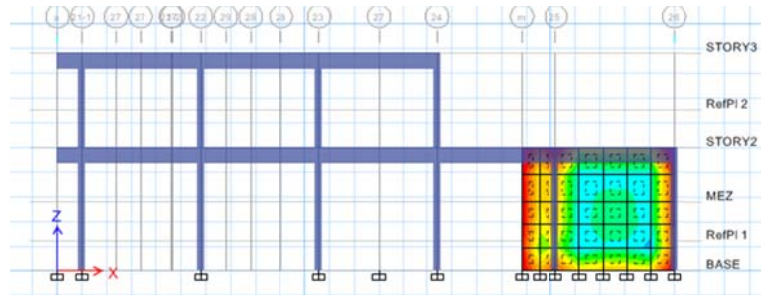


Figura 74. Bloque E. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

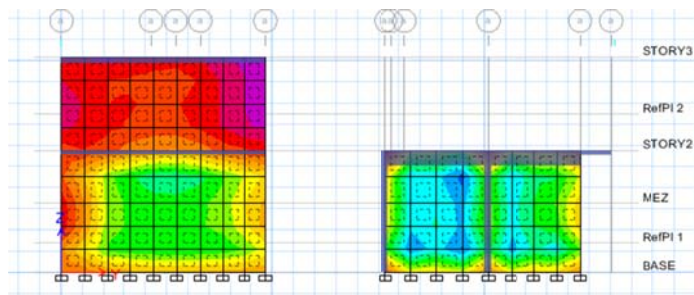


Figura 75. Bloque E. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

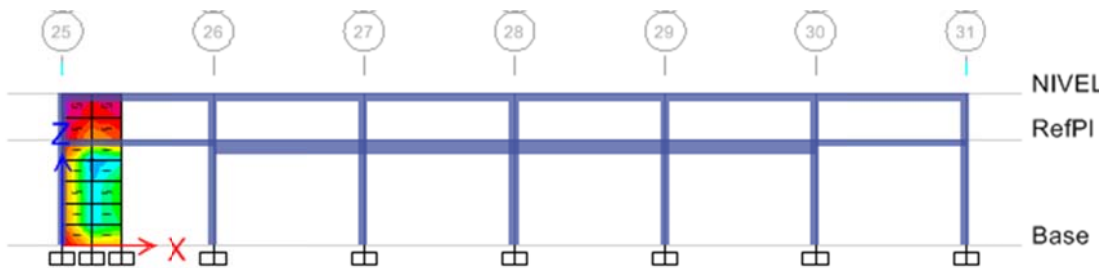


Figura 76. Bloque F. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

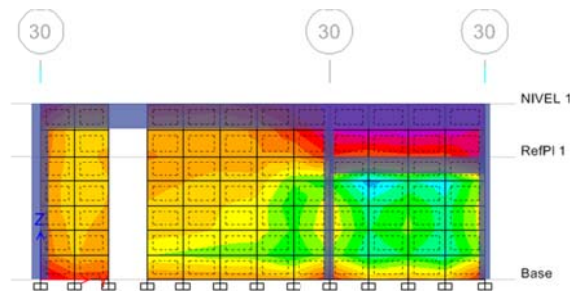


Figura 77. Bloque F. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.



Figura 78. Bloque G. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

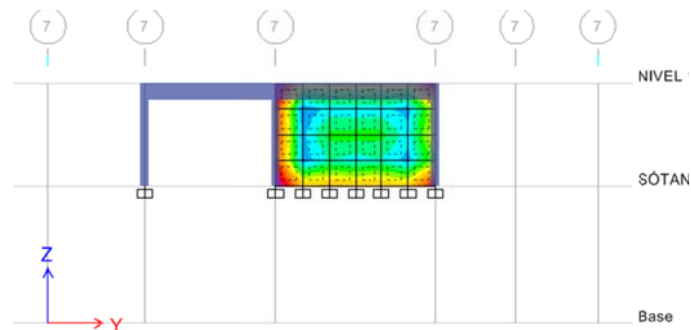


Figura 79. Bloque G. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

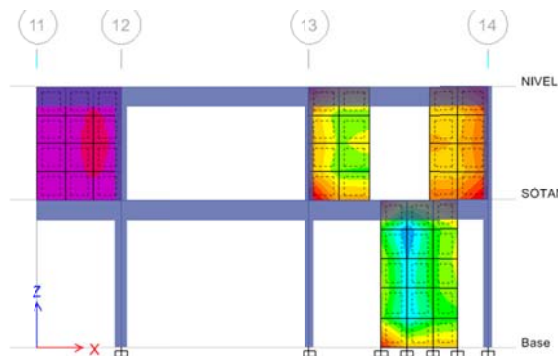


Figura 80. Bloque H. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.



Figura 81. Bloque H. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

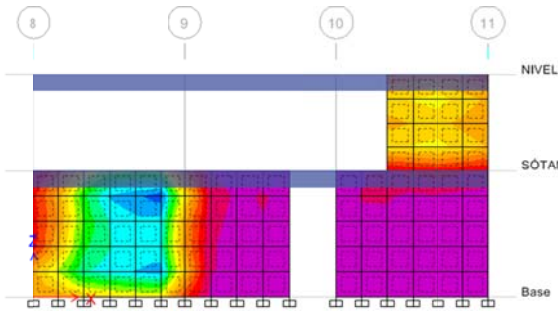


Figura 82. Bloque I. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

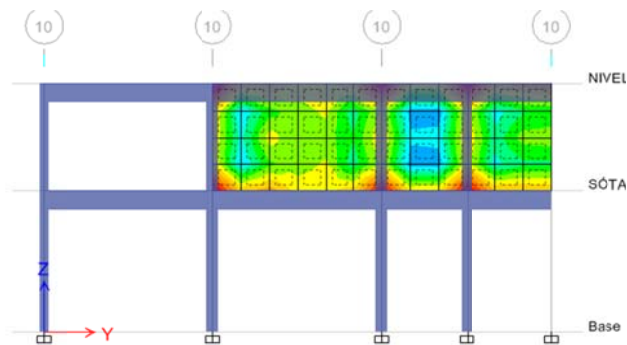


Figura 83. Bloque I. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

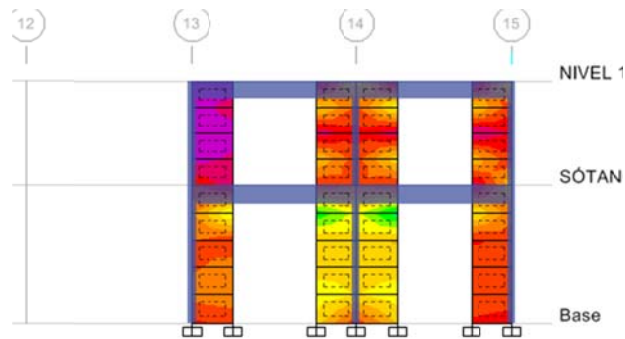


Figura 84. Bloque J. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.



Figura 85. Bloque J. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

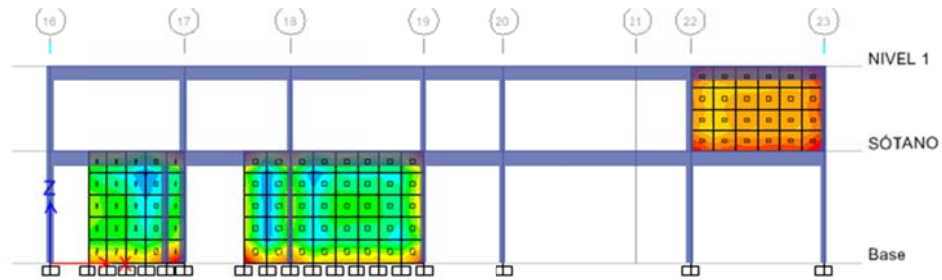


Figura 86. Bloque K. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

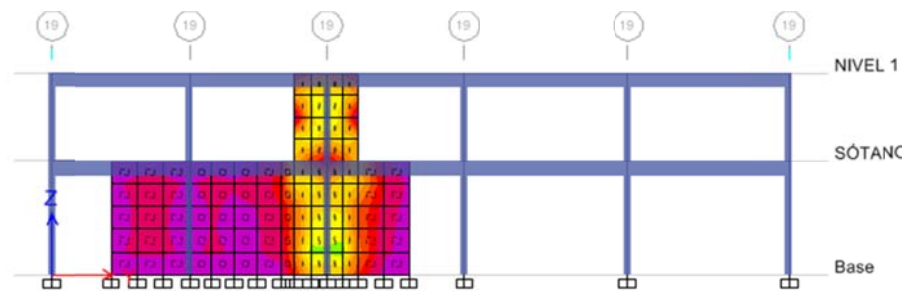


Figura 87. Bloque K. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

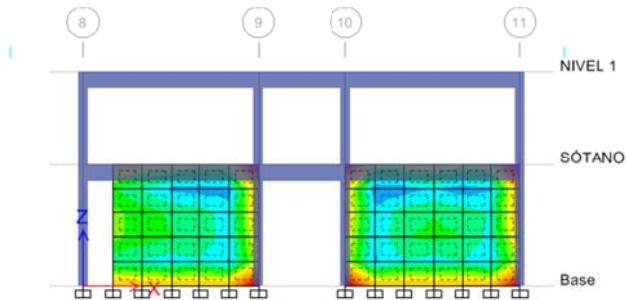


Figura 88. Bloque L. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

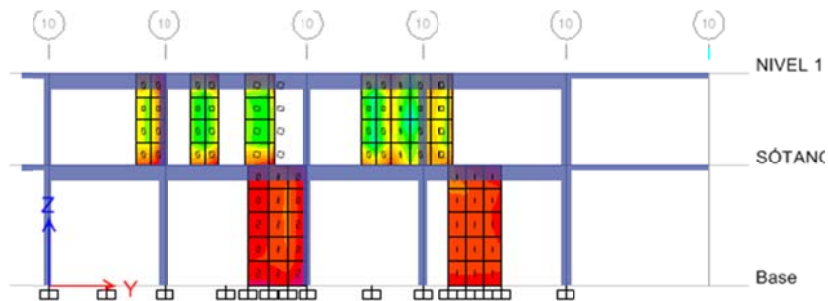


Figura 89. Bloque L. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

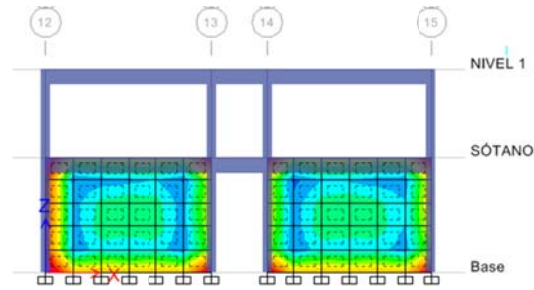


Figura 90. Bloque M. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

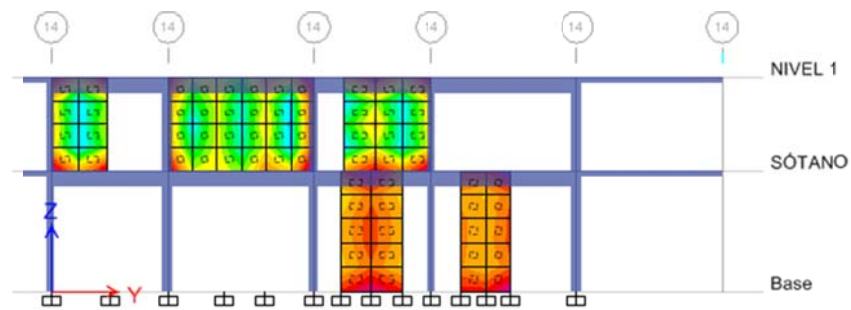


Figura 91. Bloque M. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

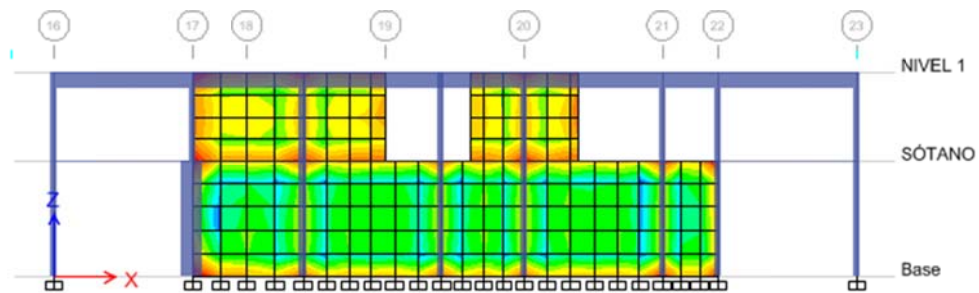


Figura 92. Bloque N. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

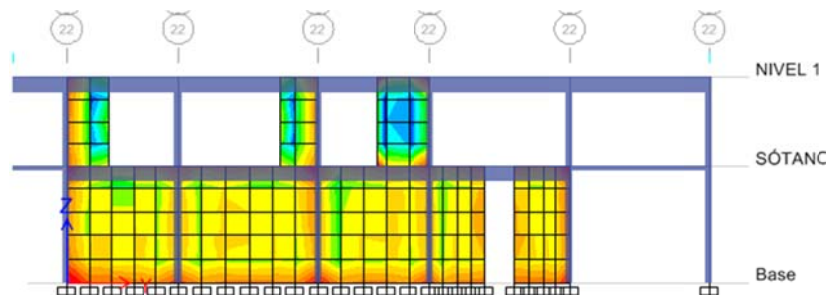


Figura 93. Bloque N. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

Los esfuerzos de corte en los muros de concreto armado fueron estimados para los muros de las torres principales. Para el caso de sismo severo, los esfuerzos máximos son del orden de 96 y 136 kg/cm² en los bloques C y D, respectivamente, que implicaron cortantes mayores que el cortante resistente en muros que alojan la caja de ascensores y los que sirven de apoyo parcial al tanque elevado.

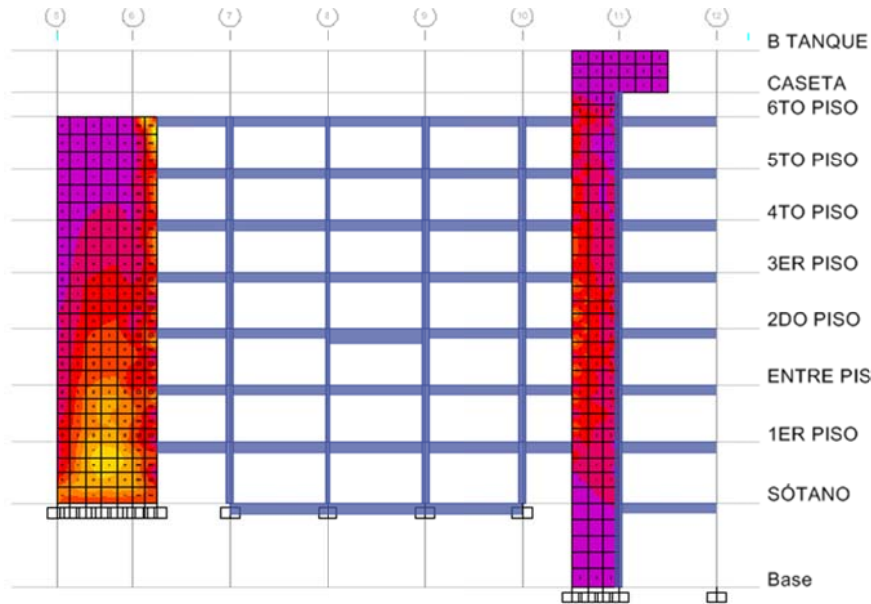


Figura 94. Bloque C. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

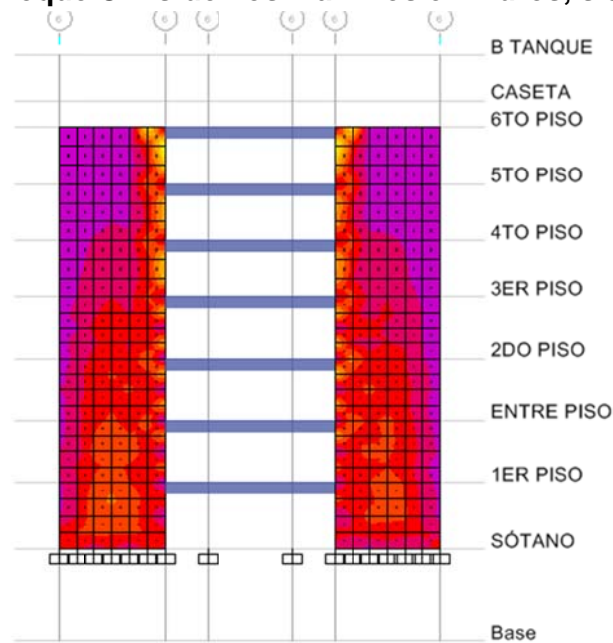


Figura 95. Bloque C. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

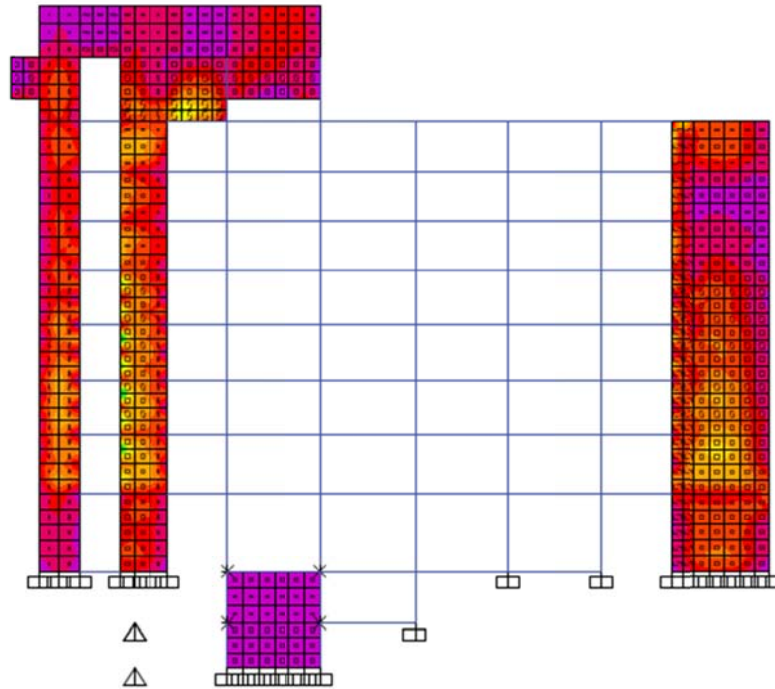


Figura 96. Bloque D. Esfuerzos máximos en muros, sismo en X.

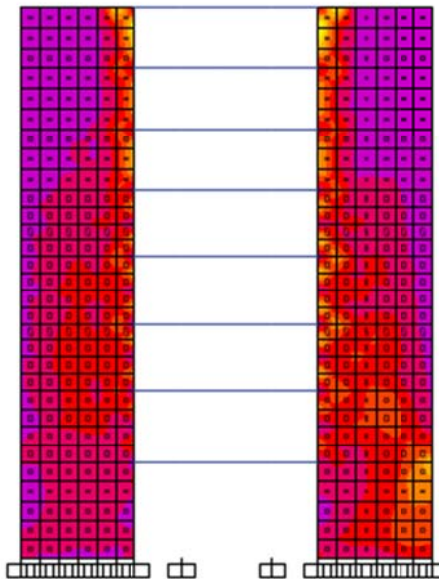


Figura 97. Bloque D. Esfuerzos máximos en muros, sismo en Y.

5.5. Análisis de la Respuesta Sísmica considerando un Criterio de Protección del Contenido del Establecimiento de Salud

La Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente señala distorsiones de entrepiso admisibles para el caso de edificaciones ante sismo severo. Estos límites, sin embargo, no son recomendables en el caso de un establecimiento de salud, que por su función debe continuar brindando sus servicios inmediatamente después de ocurrido un evento sísmico severo. Por esta razón, se tomaron en cuenta los límites admisibles de distorsión de entrepiso de 0.0015 y 0.0030, para los casos de sismo moderado y el sismo de servicio, respectivamente.

Con este criterio de protección, se puede determinar que, entre los edificios de uno o dos pisos, los bloques F, G, H e I exceden los límites admisibles, por lo que requieren ser intervenidos estructuralmente.

Sin embargo, los casos de las torres principales, bloques C y D, son los más críticos, pues albergan la mayor concentración de áreas críticas del hospital y en su comportamiento ante sismos moderados y severos exceden los límites admisibles. Además, fueron evaluados los desplazamientos laterales de piso en el último nivel, para evaluar la posibilidad de impacto entre los dos bloques. Los desplazamientos laterales máximos calculados en el sexto piso de los bloques C y D son iguales a 0.22m en ambos bloques, para el caso de sismo severo. Estos valores son mayores que el espacio dispuesto entre ambas construcciones, que es de 3" (0.075m). En consecuencia, el riesgo de impacto entre los dos edificios en caso de sismo severo es alto.

Tabla 5.5.1 Criterio de protección. Bloque A.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0002	0.0003	0.0004	0.0006	Admisible

Tabla 5.5.2 Criterio de protección. Bloque B.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0004	0.0003	0.0008	0.0005	Admisible

Tabla 5.5.3 Criterio de protección. Bloque C.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
6	0.0016	0.0016	0.0109	0.0072	No admisible.
5	0.0017	0.0017	0.0112	0.0075	
4	0.0017	0.0017	0.0112	0.0076	
3	0.0019	0.0018	0.0111	0.0077	
2	0.0017	0.0017	0.0101	0.0077	
Entrepiso	0.0012	0.0011	0.0084	0.0064	
1	0.0012	0.0015	0.0062	0.0064	
Sótano	0.0002	0.0005	0.0014	0.0021	

Sismo moderado: daños leves, los servicios continúan.

Sismo severo: daños estructurales graves, los servicios se interrumpen.

Tabla 5.5.4 Criterio de protección. Bloque D.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
6	0.0019	0.0024	0.0079	0.0116	No admisible
5	0.0021	0.0026	0.0090	0.0122	
4	0.0022	0.0027	0.0093	0.0122	
3	0.0025	0.0031	0.0101	0.0133	
2	0.0022	0.0033	0.0100	0.0120	
Entrepiso	0.0018	0.0033	0.0091	0.0107	
1	0.0019	0.0024	0.0072	0.0079	
Sótano	0.0007	0.0010	0.0019	0.0033	

Sismo moderado: daños leves, los servicios continúan.

Sismo severo: daños estructurales graves, los servicios se interrumpen.

Tabla 5.5.5 Criterio de protección. Bloque E.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0011	0.0004	0.0022	0.0007	Admisible
Sótano	0.0005	0.0004	0.0009	0.0008	
Mezzanine	0.0004	0.0004	0.0008	0.0008	

Tabla 5.5.6 Criterio de protección. Bloque F.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0018	0.0007	0.0036	0.0014	No admisible

Sismo moderado: daños leves, los servicios continúan.

Sismo severo: daños estructurales moderados, los servicios se interrumpen.

Tabla 5.5.7 Criterio de protección. Bloque G.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0011	0.0006	0.0022	0.0012	No admisible
Sótano	0.0018	0.0010	0.0037	0.0020	

Sismo moderado: daños leves, los servicios continúan.

Sismo severo: daños estructurales moderados, los servicios se interrumpen.

Tabla 5.5.8 Criterio de protección. Bloque H.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0018	0.0010	0.0247	0.0019	No admisible
Sótano	0.0024	0.0005	0.0257	0.0010	

Sismo moderado: daños leves, los servicios continúan.

Sismo severo: daños estructurales graves, los servicios se interrumpen.

Tabla 5.5.9 Criterio de protección. Bloque I.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0018	0.0018	0.0036	0.0035	No admisible
Sótano	0.0011	0.0011	0.0022	0.0021	

Sismo moderado: daños leves, los servicios continúan.

Sismo severo: daños estructurales moderados, los servicios se interrumpen.

Tabla 5.5.10 Criterio de protección. Bloque J.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0005	0.0011	0.0010	0.0022	Admisible
Sótano	0.0011	0.0010	0.0021	0.0020	

Tabla 5.5.11 Criterio de protección. Bloque K.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0009	0.0010	0.0018	0.0020	Admisible
Sótano	0.0009	0.0006	0.0017	0.0012	

Tabla 5.5.12 Criterio de protección. Bloque L.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0005	0.0011	0.0010	0.0022	Admisible
Sótano	0.0011	0.0010	0.0021	0.0020	

Tabla 5.5.13 Criterio de protección. Bloque M.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0015	0.0007	0.0030	0.0014	Admisible
Sótano	0.0008	0.0004	0.0015	0.0007	

Tabla 5.5.14 Criterio de protección. Bloque N.

Piso	Sismo moderado		Sismo severo		Condición
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y	
1	0.0029	0.0088	0.0183	0.0178	No admisible
Sótano	0.0006	0.0008	0.0149	0.0133	

Sismo moderado: daños leves, los servicios continúan.

Sismo severo: daños estructurales graves, los servicios se interrumpen.



6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

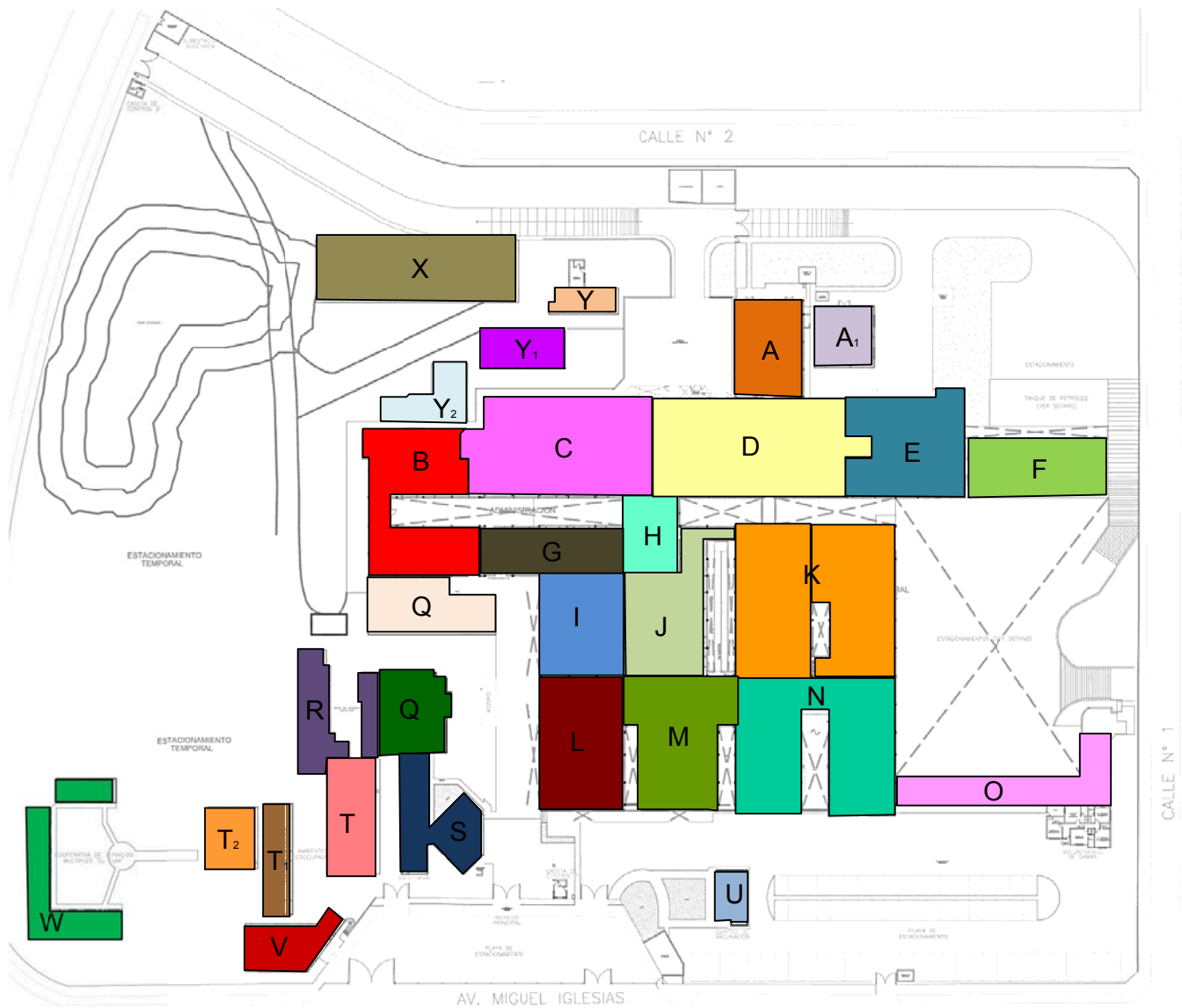
De la evaluación estructural se observa que en general el Hospital no es seguro ante la acción de un sismo severo, siendo la mayoría de bloques asistenciales que presenta distorsiones mayores a lo recomendado (3/1000), y en relación a los a un sismo severo se tiene que resultados muy similares, donde los bloque prioritariamente asistenciales no presentan distorsiones mayores a los recomendados (1.5/1000).

Con respecto al sismo moderado, se ha observado que sus demandas producirían grietas en los muros de albañilería provocando que los componentes no estructurales y de líneas vitales adosados a estos, colapsen.

6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital Nacional María Auxiliadora se encuentra ubicado en la zona Sur de Lima, con una gran extensión de Terreno, con frente a una vía o arteria principal es favorable, la Av. Pachacútec, debido a que cuenta con acceso rápido al establecimiento; siendo por la Av. Miguel Iglesias, la cual es perpendicular a la Av. Pachacútec, el ingreso principal al establecimiento; y por la calle N° 2, que es perpendicular a la Av. Pachacútec, se ubica el ingreso a emergencias, de esta forma se da un acceso rápido al establecimiento, por estar directamente relacionado con una vía arterias, además cabe resaltar la presencia muy cercada de la estación del metro de Lima generando una facilidad de acceso a la población de la Zona Sur.

Para el análisis respectivo, se agruparán los servicios por agrupaciones de bloques a fin de identificar adecuadamente las zonas vulnerables, a continuación se presenta la zonificación.



HOSPITAL NACIONAL MARIA AUXILIADORA
ESQUEMA DE SECTORIZACION

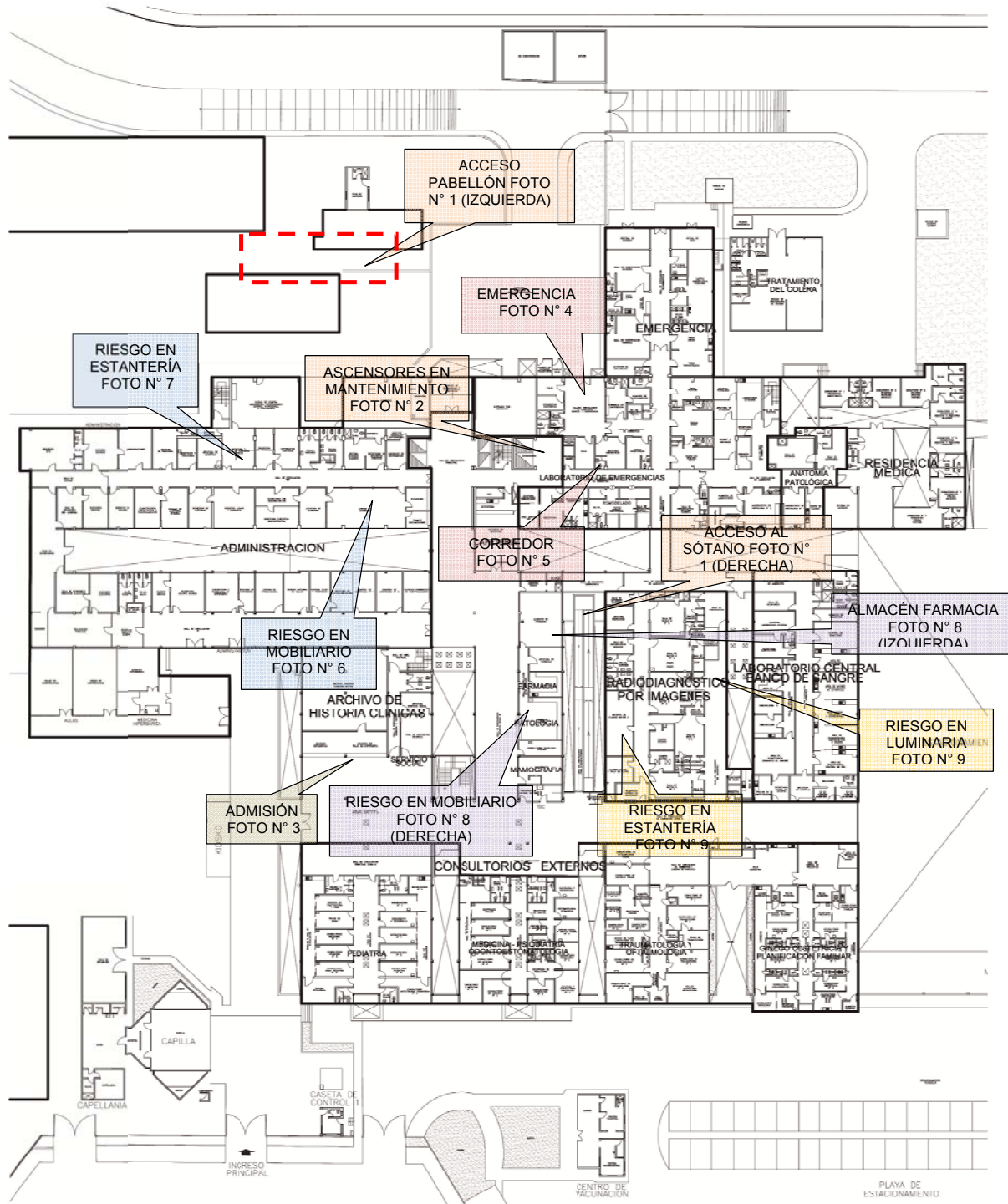


PERÚ

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

A	1er Piso	→	Emergencia
A1	1er Piso	→	Tratamiento del Cólera
B	1er Piso	→	Administración
C	Sótano	→	Estadística - Archivo
	1er Piso	→	Administración
	Entrepiso	→	Centro Quirúrgico
	2do Piso	→	Centro Obstétrico - Central de esterilización – U.C.I.
	3er Piso	→	Hospitalización Obstétrica - Neonatología
	4to Piso	→	Hospitalización de Cirugía
	5to Piso	→	Hospitalización de Medicina Central
	6to Piso	→	Hospitalización de Pediatría
D	Sótano	→	Subestación Eléctrica – Nutrición y Dieta
	1er Piso	→	Laboratorio de Emergencias
	Entrepiso	→	Centro Quirúrgico
	2do Piso	→	Centro Obstétrico - Central de esterilización – U.C.I.
	3er Piso	→	Hospitalización Obstétrica - Neonatología
	4to Piso	→	Hospitalización de Cirugía
	5to Piso	→	Hospitalización de Medicina Central
	6to Piso	→	Hospitalización de Pediatría
E	Sótano	→	Cocina (Nutrición y Dieta)
	1er Piso	→	Residencia Médica
F	Sótano	→	Casa Fuerza – Cisternas
G	Sótano	→	Archivo
	1er Piso	→	Administración
H	1er Piso	→	Cafetería
I	Sótano	→	Consultorio Neurología
	1er Piso	→	Archivo
J	Sótano	→	Medicina Física y Rehabilitación
	1er Piso	→	Farmacia/Patología/Mamografía
K	Sótano	→	Lavandería, Ropería y Costura – Vestuarios y SS.HH.
	1er Piso	→	Diagnóstico por imágenes/Laboratorio Central
L	Sótano	→	Consultorio Cirugía General
	1er Piso	→	Pediatría
M	Sótano	→	Consultorio Especialidades Médicas
	1er Piso	→	Consultorios externos
N	Sótano	→	Almacén General
	1er Piso	→	Consultorios externos
O	Sótano	→	Mantenimiento
P	1er Piso	→	Cámara Hiperbárica
Q	1er Piso	→	Diagnóstico por imágenes
R	1er Piso	→	Kioscos
S	1er Piso	→	Capilla
T-T1-T2	1er Piso	→	Área Administrativa
U	1er Piso	→	Centro de Vacunación
V	1er Piso	→	Farmacia
W	1er Piso	→	Cooperativa Servicios Múltiples
X	1er Piso	→	Módulo de TBC - CENEX
Y-Y1-Y2	1er Piso	→	Área Administrativa

PRIMER PISO: EMERGENCIA, CONSULTA EXTERNA, ADMINISTRACIÓN, AYUDA AL DIAGNOSTICO



6.2.1. Accesibilidad para personas discapacitadas:



Figura 98: Izquierda: En el bloque Y hay una rampa de acceso para personas discapacitadas hacia el pabellón principal. Derecha: Entre el bloque J y K existe una rampa de acceso hacia el sótano. Las rampas solo se utilizan para el acceso al primer nivel y al sótano. Para el acceso a los demás niveles superiores se utilizan ascensores.



Figura 99: En el bloque D los ascensores del personal se encuentran en mantenimiento tapados con elementos que impidan su acceso mientras los arreglan, solo dos ascensores están operativos dos ascensores.

6.2.2. Equipamiento no médico

- Admisión y Corredor Consulta Externa: Primer Piso



Figura 100: Izquierda: En el bloque I las conexiones de los cables se encuentran expuestas. Derecha: Televisor sujetado con rack en la sala de espera es frágil ante un sismo.

- Emergencia y corredor: Primer Piso



Figura 101: En el bloque D, el hall de Emergencia de espacio reducido, en zona de caja se aprecia vidrio que no es de seguridad corre riesgo de rotura ante deformaciones, se observa que las instalaciones sanitarias se encuentran expuestas y, en general, las luminarias se encuentran protegidas.



Figura 102: Los corredores del bloque D están obstruidos por cajas que interrumpen el paso en caso de una evacuación, los cuales están apilados y pueden caer en caso de movimientos de consideración, obstruyen ruta de evacuación. Se observa alarmas contra incendios, aunque éstas no están operativas

- Administración: Primer Piso



Figura 103: En el bloque C la mayoría de los casos, las computadoras, monitores e impresoras no están asegurados a los muebles, estos se encuentran únicamente colocados encima de los muebles de cómputo, asimismo, las estanterías tienen contenido apilados que no están debidamente asegurados, presenta riesgo de caída ante movimientos sísmicos.



Figura 104: En el bloque C, Armario y estanterías no fijados a pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales de sismos. Otro factor, es el desplazamiento de los contenidos por no estar asegurados. Asimismo, se aprecia sobrecarga por apilamiento adicional de objetos sobre las estanterías o por cargas que sobrepasan la capacidad máxima del elemento, existe riesgo de caída.

La evaluación realizada a la zona administrativa evidencia el riesgo que existe con la condición de mobiliario, andamios y armarios que no se encuentran adecuadamente sujetos y presenta riesgo de caída y volcamiento.

- Farmacia: Primer Piso



Figura 105: Izquierda: En el bloque J los equipos y estantes no están fijados. Derecha: en el bloque J en el almacén de farmacia los contenidos de las estanterías no están asegurados a techos o paredes, y estas pueden caer ante un movimiento.

- Diagnóstico por Imágenes: Primer Piso



Figura 106: Izquierda. Las luminarias no están aseguradas en el bloque K corredores con mobiliario usados como espera reduciendo circulación. Derecha: En el bloque K las estanterías arriastradas entre sí en la parte superior. Sin embargo, los contenidos no se encuentran asegurados y tienden al desplazamiento de éstos.

- Laboratorio: Primer Piso



Figura 107: Izquierda: en el bloque D los casilleros no están asegurados hay riesgo de volcadura.

Derecha: La manguera contra incendios del bloque D no están operativas.

- Central de esterilización: Segundo Piso



Figura 108: En el bloque C los casilleros no fijados a la pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de objetos ubicados en la parte superior de éstos.



Figura 109: En el bloque C en Esterilización, existe muebles y estanterías no fijados a muros o techos, además su contenido no están asegurados tienden al volcamiento en casos eventuales y al desplazamiento de objetos ubicados en la parte superior de éstos.

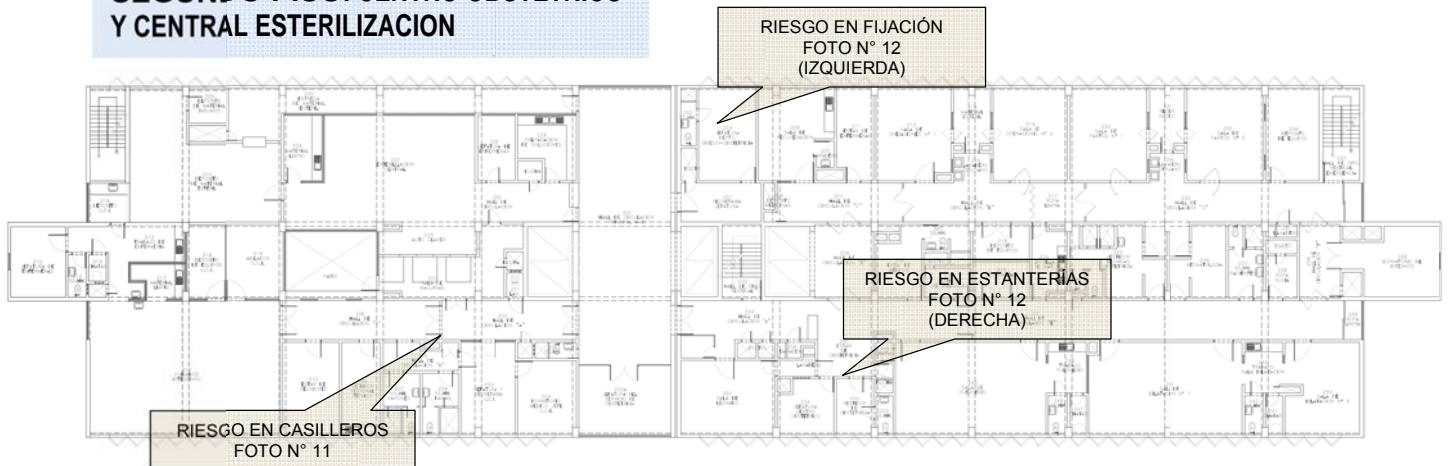
- Centro Obstétrico: Segundo Piso



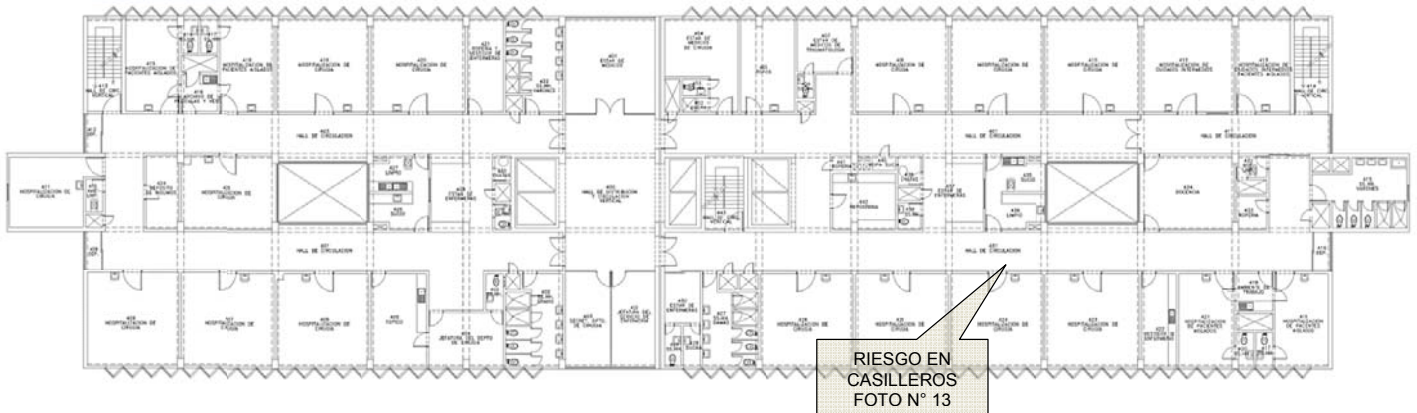
Figura 110: Izquierda: En el bloque D, televisor fijo a la pared, falta de sujeción en la parte inferior. Microondas solamente colocado sobre un elemento, no sujeto a los lados.

Derecha: En el bloque D los Armarios no fijados a la pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de objetos ubicados en la parte superior de éstos

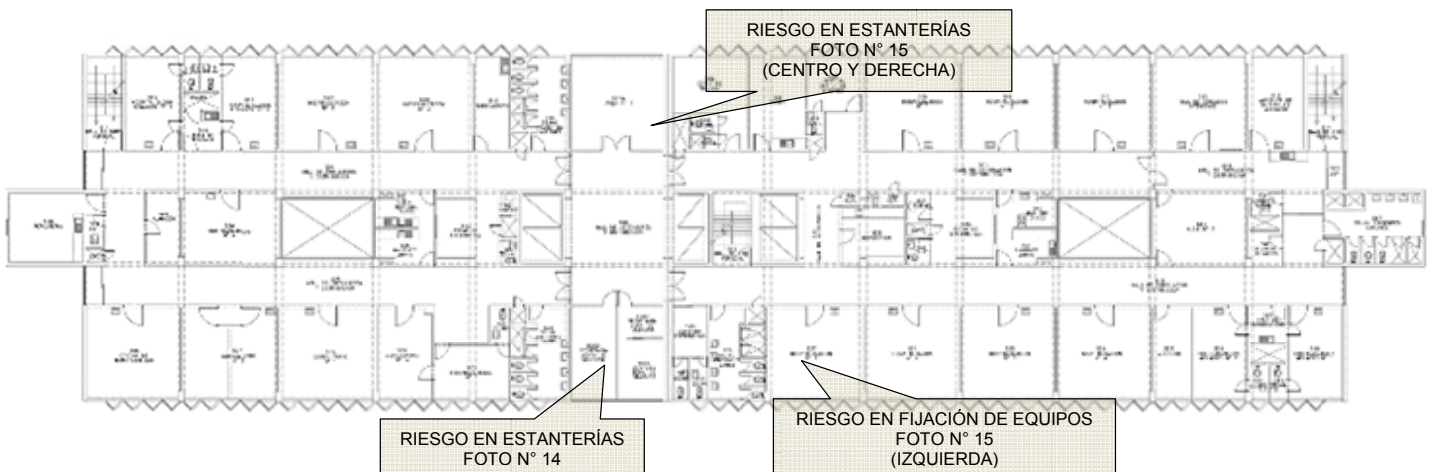
SEGUNDO PISO: CENTRO OBSTETRICO Y CENTRAL ESTERILIZACION



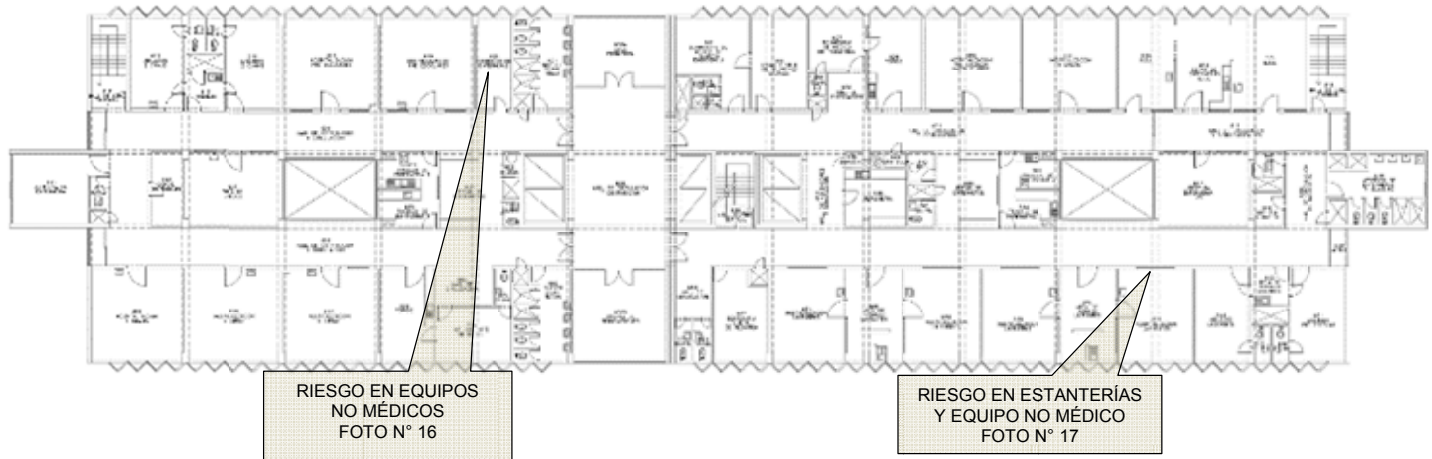
CUARTO PISO: HOSPITALIZACIÓN DE CIRUGIA



QUINTO PISO: HOSPITALIZACIÓN MEDICINA GENERAL



SEXTO PISO: HOSPITALIZACIÓN PEDIATRIA



- Hospitalización Cirugía: Cuarto Piso



Figura 111: En el bloque D los casilleros no fijados a la pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de objetos ubicados en la parte superior de éstos.

- Hospitalización Medicina: Quinto Piso



Figura 112: En el bloque C los casilleros no fijados a la pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de objetos ubicados en la parte superior de éstos. Microondas no sujetado, solamente colocado.



Figura 113: Izquierda: En el bloque D los televisores no sujetos, solamente colocados.

Centro y derecha: En el bloque D hay objetos colocados sobre los armarios tienden a un desplazamiento y volcamiento ante cualquier caso eventual.

- Hospitalización Pediatría: Sexto Piso



Figura 114: En el bloque C hay objetos colocados sobre los armarios tienden a un desplazamiento y volcamiento ante cualquier caso eventual. Televisor sujetado con un rack. Microondas solamente colocado en el mueble y no sujeto. Casilleros no sujetos al piso, techo o pared.

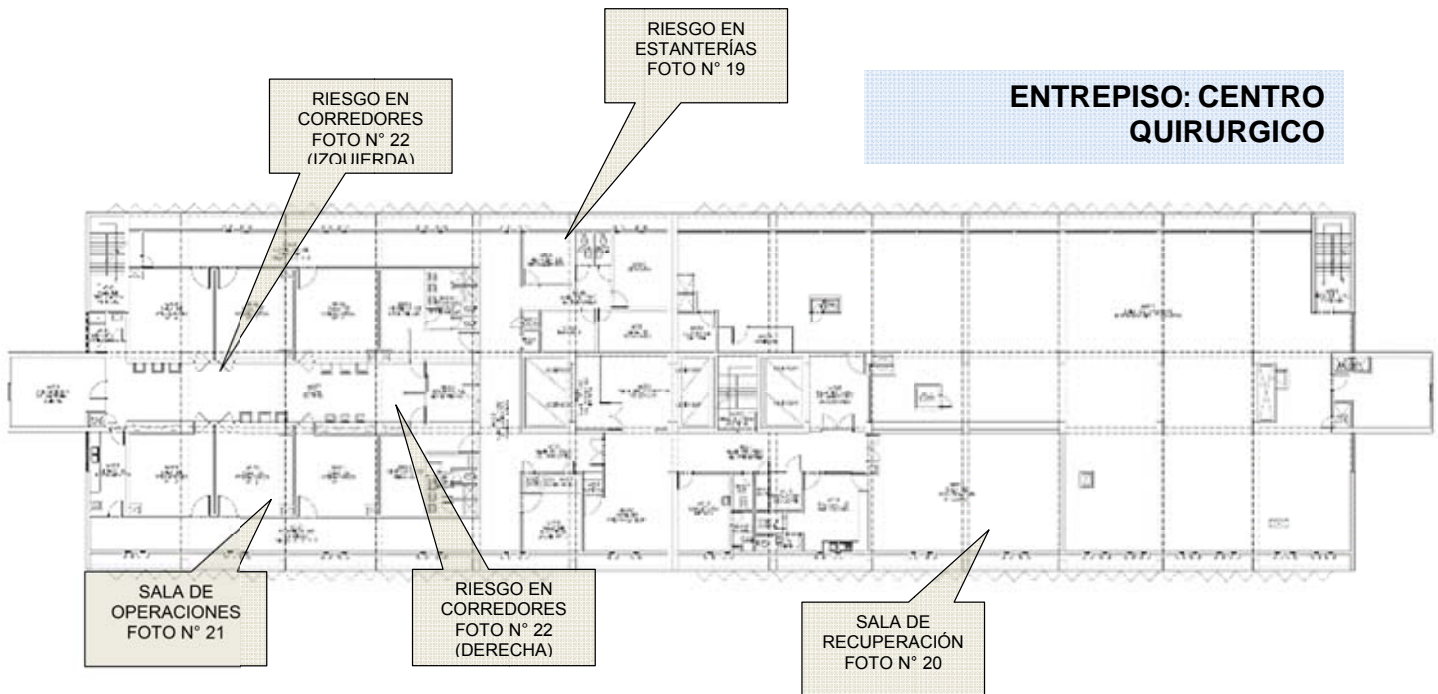


Figura 115: En el bloque D la estantería no sujeta al piso, pared o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de los contenidos por no estar asegurados. Objetos colocados encima de la estantería sobrecargan la capacidad máxima del elemento. Elementos de cómputo no asegurados al mueble, estos se encuentran solamente colocados. Derecha. Armarios y estanterías en corredor que obstruyen corredor de circulación, riesgo de volcamiento ante movimientos sísmicos.

6.2.3. Equipamiento médico

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

En general se debe indicar que en su mayoría los equipos biomédicos se encuentran apropiadamente fijados a sus bases, estas son del tipo rack, por lo cual se debe tener en cuenta que la resistencia de las fijaciones debe considerar los esfuerzos por desgarramiento ligados al balanceo. En el mismo caso se encuentran los muebles altos y algunos armarios de melamine, los cuales se encuentran suspendidos, sin embargo, no se evitaría posibles balanceos, en otros casos se encuentran sin freno por lo cual, podría generarse desplazamiento de los mismos. Asimismo se tiene mobiliarios, armarios en zonas de circulación que tienen riesgo de caída y obstaculizar circulaciones.



- Emergencia: Primer Piso



Figura 116: Izquierda: En el bloque A las camillas ubicadas en medio de los corredores, obstruyendo la circulación de los pacientes y el personal. Derecha: En el bloque A los equipos médicos, sueros, colocados sobre un teléfono público.

- Centro Quirúrgico: Entrepiso



Figura 117: En el bloque C el Armario y estanterías no fijados a pared, piso o techo, tienden al volcamiento en casos eventuales. Otro factor, es el desplazamiento de los materiales médicos por no estar asegurados. Asimismo, se aprecia sobrecarga por apilamiento adicional de objetos sobre las estanterías o por cargas que sobrepasan la capacidad máxima del elemento.



Figura 118: En el bloque D en Salas de Recuperación monitores adosados en pared con conexiones y cables no debidamente canalizados y otro caso solo colocados con riesgo de caída ante movimiento.

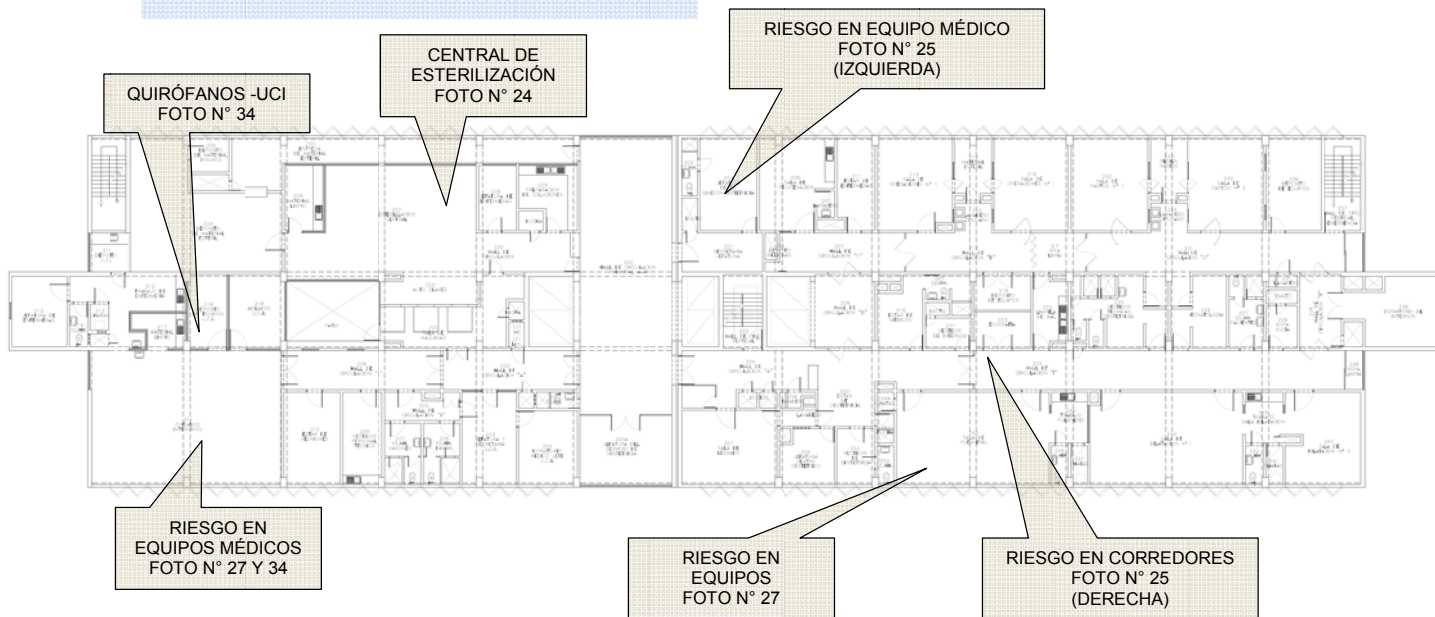


Figura 119: En el bloque C en la Sala de Operaciones con mobiliario y Equipos rodables en regular estado, Cialitica sujetado en techo en buen estado, los cables de equipos no están debidamente canalizados.



Figura 120: Izquierda: En el bloque C el equipamiento de Rx en corredor de CQx, reduce espacio de circulación. Derecha: En el bloque C se aprecia mobiliario en corredores que también reduce dimensión de circulación.

SEGUNDO PISO: CENTRO OBSTETRICO Y CENTRAL ESTERILIZACION



- Centro Obstétrico: Segundo Piso



Figura 121: Izquierda: En el bloque D el equipo médico solamente colocado sobre el mueble y no sujeto con algo para evitar su desplazamiento. Derecha: En el bloque D las camillas y silla de ruedas que interrumpen la circulación en el corredor.

- UCI: Segundo Piso



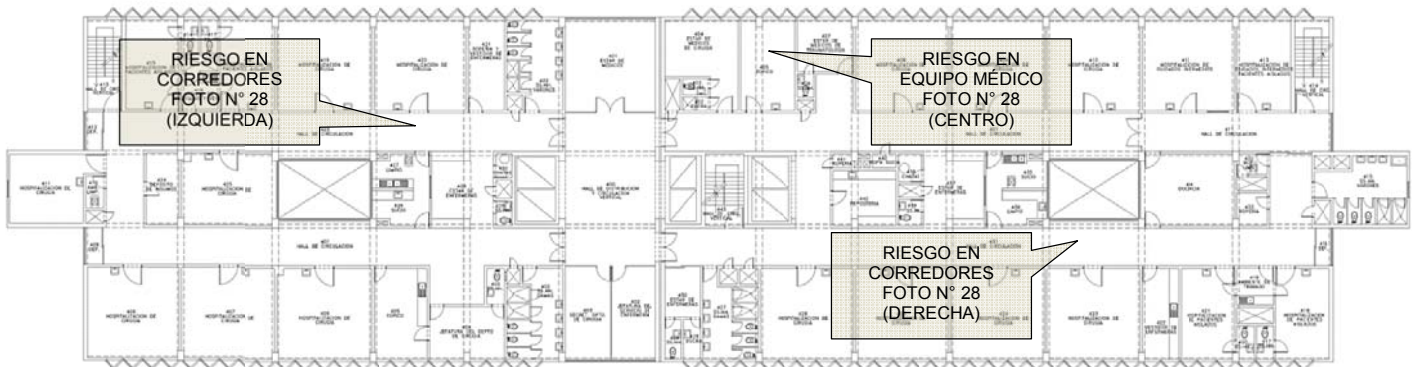
Figura 122: En el bloque C el equipo médico solamente colocado sobre la estantería y no sujetos con algún elemento para evitar su desplazamiento. Algunos equipos médicos si se encuentran sujetos a la pared, sin embargo otros simplemente están colocados sobre el muro.

- Obstetricia Neonatología: Segundo Piso



Figura 123: En el bloque D el equipo médico bloqueando la circulación. Algunos equipos si se encuentran sujetos o fijos a la pared; sin embargo, otros están colocados sobre los muebles.

CUARTO PISO: HOSPITALIZACIÓN DE CIRUGÍA

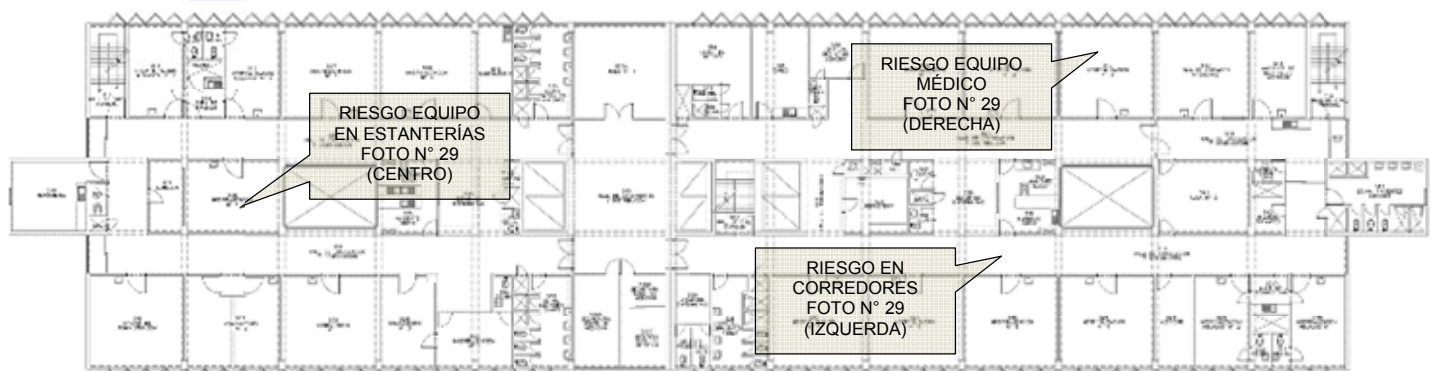


- Hospitalización Cirugía: Cuarto Piso



Figura 124: Derecha e Izquierda: En el bloque D y C las camillas y equipo médico que interrumpen la circulación en el corredor. Centro: En el bloque D, el equipo médico solamente colocado sobre el mueble y no sujeto con algo para evitar su desplazamiento.

QUINTO PISO: HOSPITALIZACIÓN DE MEDICINA GENERAL

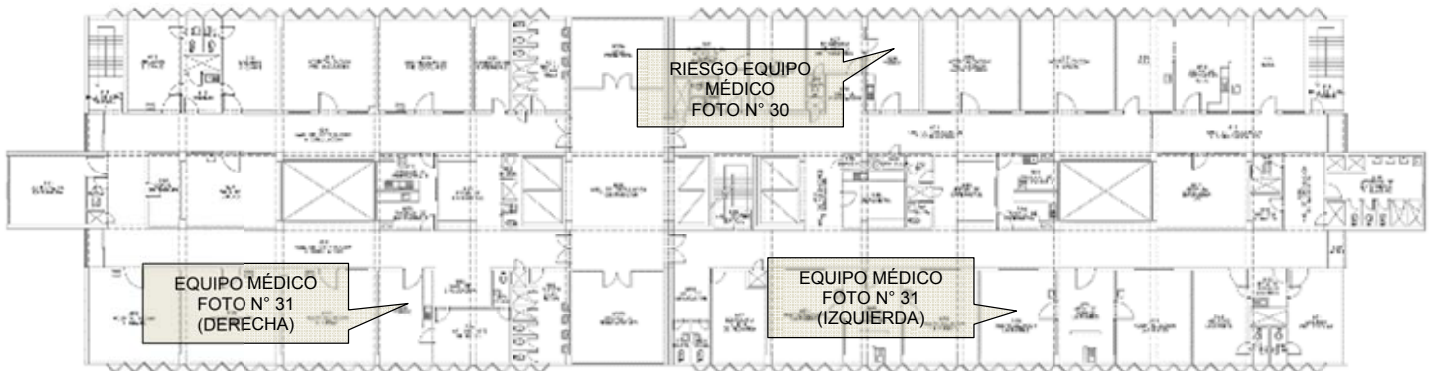


- Hospitalización Medicina: Quinto Piso



Figura 125: Izquierda: En el bloque C el equipo médico en el corredor que reduce el espacio de circulación. Centro y Derecha: En el bloque D hay Objetos del equipo médico no se encuentran sujetos en las estanterías, solamente están colocados, tienden al volcamiento ante movimiento sísmico.

SEXTO PISO: HOSPITALIZACION DE PEDIATRIA



- Hospitalización Pediátrica: Sexto Piso



Figura 126: En el bloque D, el equipo médico colocado sobre el techo del armario sin protección o alguna sujeción. Equipo médico bien sujeto con una banda metálica para evitar su desplazamiento o volcamiento.



Figura 127: Izquierda: En el bloque C el equipo médico que se encuentra contra la pared se encuentra bien sujeto. Derecha: Silla de ruedas que bloquea el paso de entrada a una puerta en el bloque D.

6.2.4. Equipo de Radiología – Tratamiento de imágenes: Primer Piso



Figura 128: En el bloque K los equipos médicos se encuentran anclados tanto al a la pared de manera no adecuada, aunque en la bases si están sujetas debidamente.

6.2.5. Quirófanos – UCI: Segundo Piso

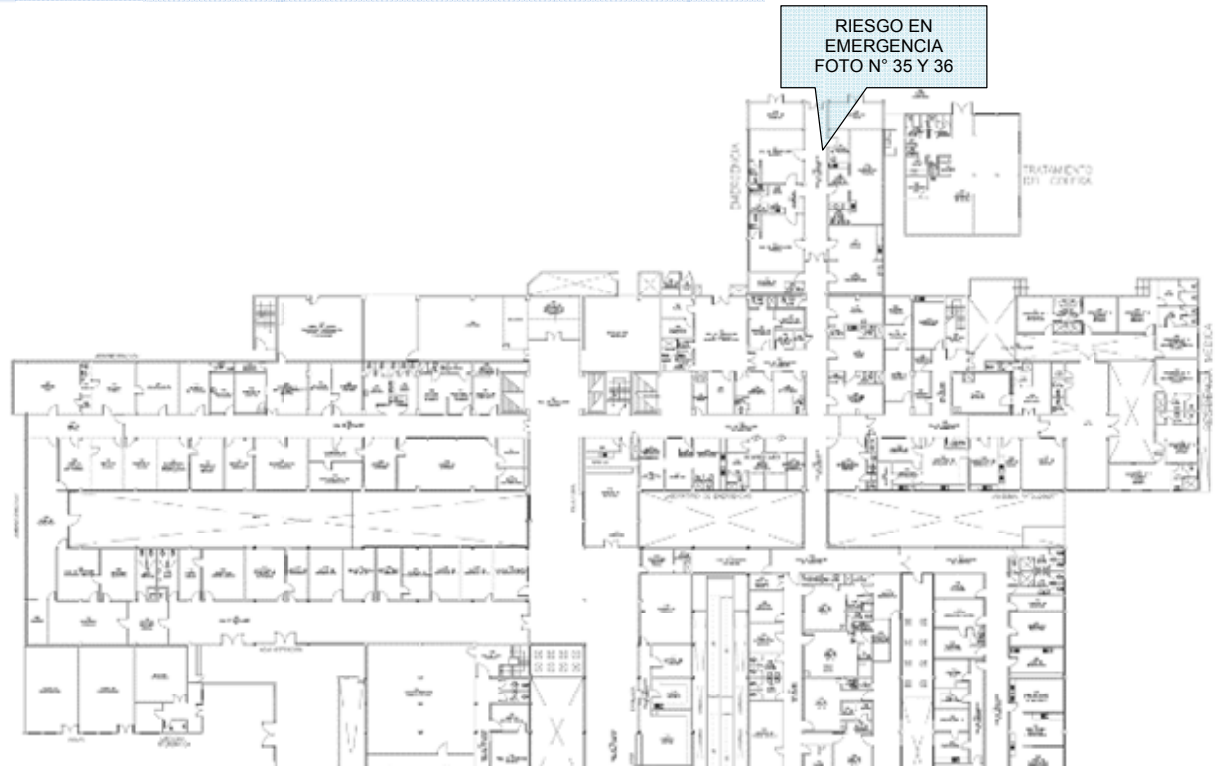


Figura 129: En el bloque C en algunos casos el equipo médico se encuentra bien sujeto y anclado a la pared; sin embargo, hay otros que se encuentran solamente colocados sobre el muro bajo tendiendo a un posible desplazamiento ante cualquier eventualidad.



Figura 130: En el bloque C hay presencia de humedad en las paredes lo que provoca que la pintura se vaya saliendo y afectando la estructura. Derecha, muebles no fijados a muro con contenido en zona superior que puede caer en movimiento sísmico.

PRIMER PISO: EMERGENCIA, CONSULTA EXTERNA, ADMINISTRACIÓN, AYUDA AL DIAGNOSTICO



ENTREPISO: CENTRO QUIRURGICO



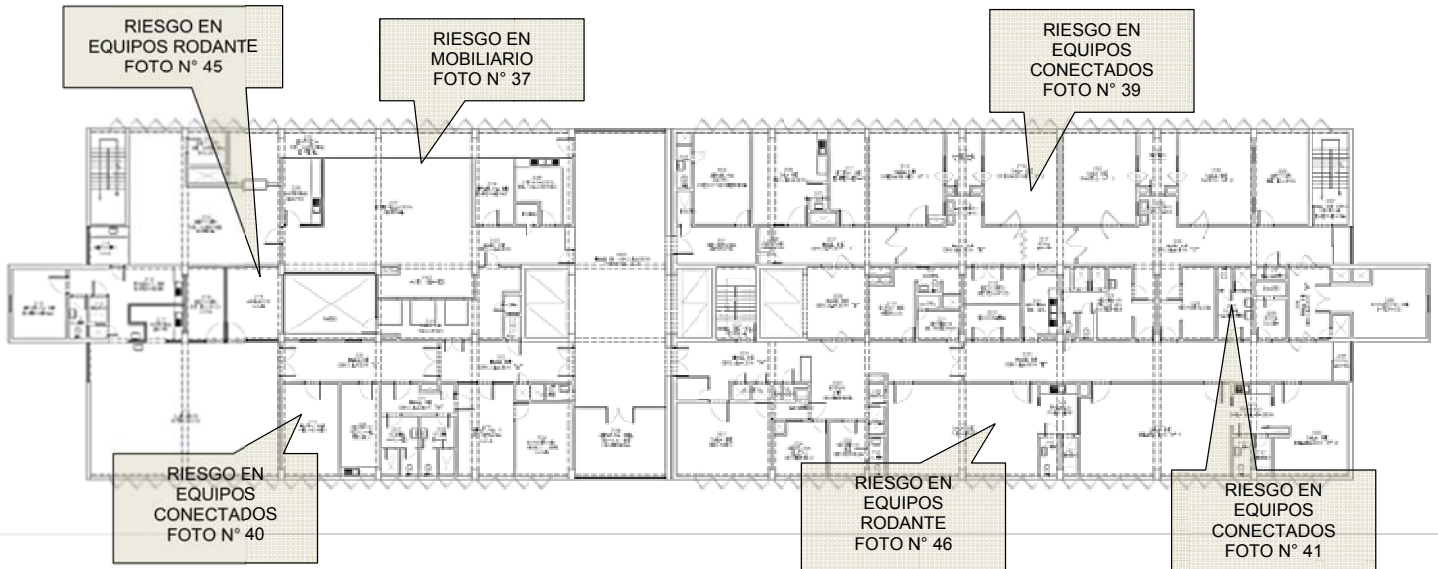
**SEGUNDO PISO: CENTRO OBSTETRICO
Y CENTRAL ESTERILIZACION****6.2.6. Emergencia / Reanimación: Primer Piso**

Figura 131: En el bloque A hay presencia de camillas con pacientes que interrumpen la circulación en los corredores. Además, se hace uso de unas canaletas metálicas para los cables de las instalaciones eléctricas.



Figura 132: En el bloque A en encuentro de tuberías, se evidencia deterioro infraestructura por filtraciones. Además, los muros se encuentran en regular estado.

6.2.7. Esterilización: Segundo Piso



Figura 133: En el bloque C en la central de esterilización los insumos se encuentran colocados de manera inadecuada sobre el mobiliario con riesgo de desplazamiento ante cualquier eventualidad. Así como, las cajas de insumos apiladas contra la pared y con riesgo de volcamiento pudiendo evitar la circulación ante cualquier caso eventual.

6.2.8. Equipos conectados

- Centro Quirúrgico: Entrepiso



Figura 134: En el bloque C los equipos se encuentran bien anclados a las bases y techos. Asimismo, los monitores se encuentran bien sujetos a las bases que se empotran contra la pared.

- Centro Obstétrico: Segundo Piso



Figura 135: En el bloque D en la sala de partos, los equipos se encuentran anclados al piso y sin cables enredados. Los equipos de los recién nacidos no tienen anclaje por ser rodantes pero si se conectan para monitorear.

- UCI: Segundo Piso

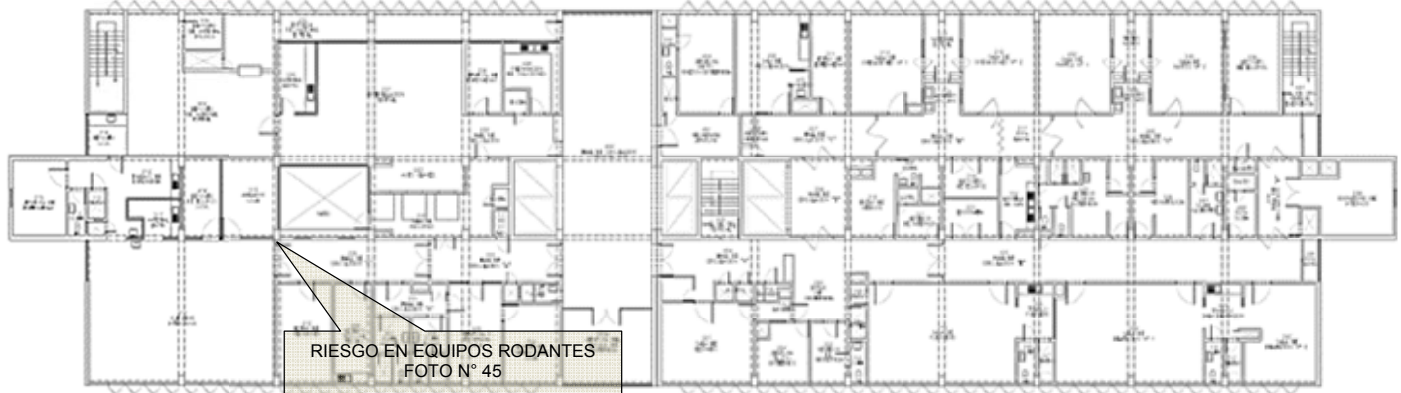
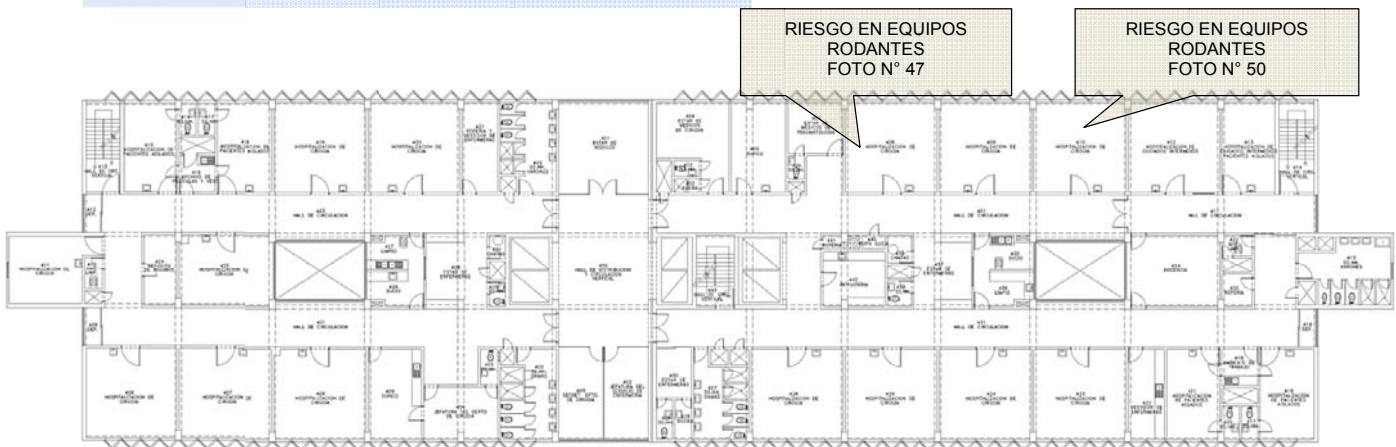


Figura 136: En el bloque C los monitores se encuentran bien sujetos a una base; sin embargo, algunos se encuentran colocados sobre un muro bajo. Hay un enredo entre los cables de los diferentes equipos que podrían ocasionar algún peligro.

- Obstetricia Neonatología: Segundo Piso



Figura 137: En el bloque D los equipos de monitoreo bien sujetos a una base y anclados a la pared. Algunos equipos son rodantes; sin embargo si tienen cables para poder conectarse a los enchufes colocados en la pared.

SEGUNDO PISO: CENTRO OBSTETRICO Y CENTRAL ESTERILIZACION**CUARTO PISO: HOSPITALIZACION DE CIRUGIA****QUINTO PISO: HOSPITALIZACIÓN DE MEDICINA**

SEXTO PISO: HOSPITALIZACIÓN DE PEDIATRÍA

- Hospitalización Medicina: Quinto Piso



Figura 138: En el bloque C los equipos se encuentran en buenas condiciones, cuentan con sistema de rodamiento y frenos asegurados. Los monitores en los cuartos de hospitalización se encuentran solamente colocados sobre un mueble.

- Hospitalización Pediátrica: Sexto Piso



Figura 139: En el bloque D los equipos en pediatría se encuentran en buen estado, cuentan con un sistema de rodamiento y frenos asegurados que evitan que se desplacen. Los monitores se encuentran en la parte superior y sujetos a una base empotrada contra la pared.

6.2.9. Equipos rodantes



Figura 140: Izquierda: En Emergencia (bloque A), Centro Obstétrico, Hospitalización Cirugía, Medicina y Pediatría (bloque D) las camillas rodantes se encuentran en los corredores obstaculizando la circulación de los pacientes o reduciendo el área de circulación ante cualquier caso eventual. Derecha: Asimismo, en algunos casos bloquean los ingresos a puertas en el bloque D.



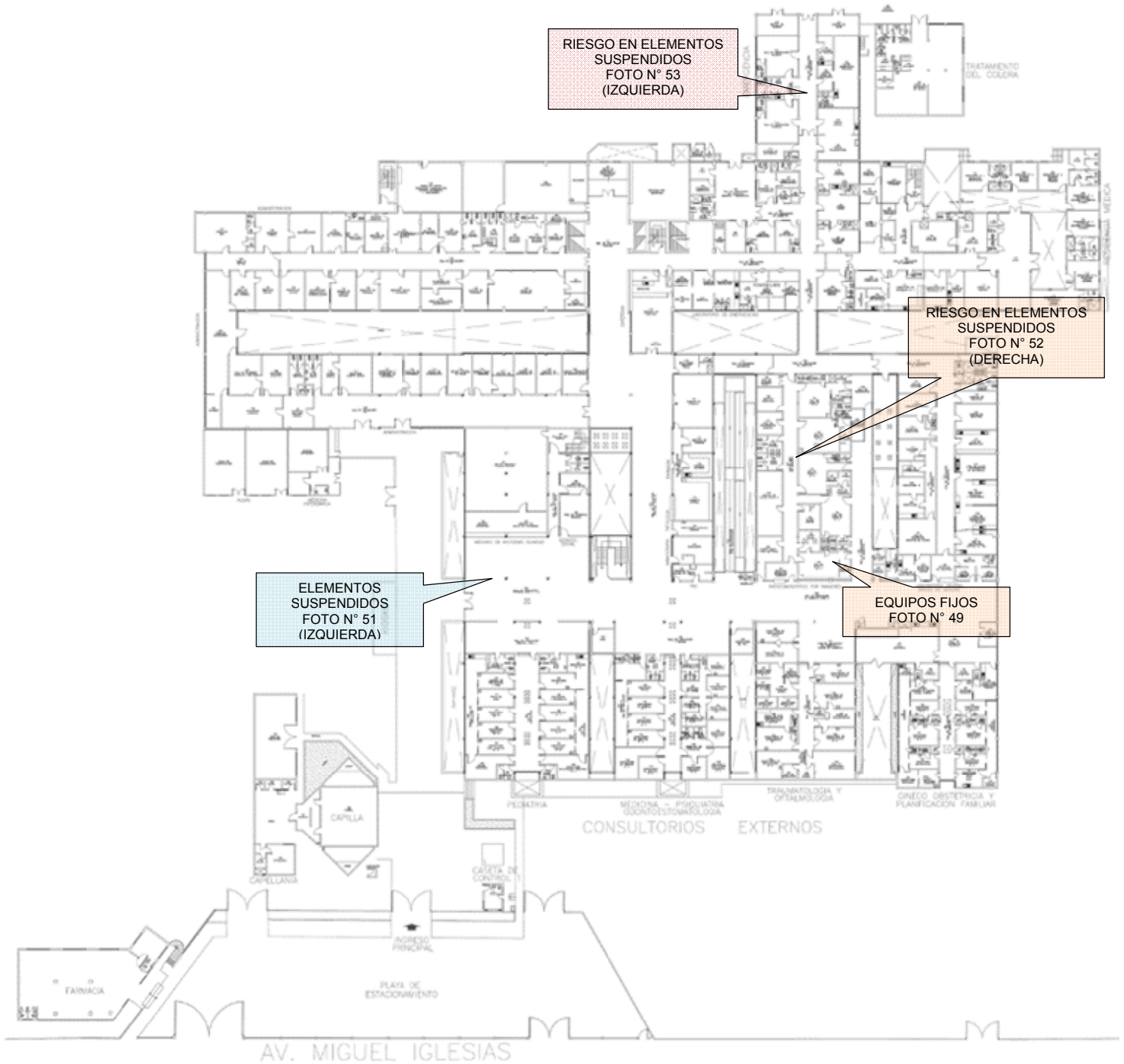
Figura 141: En el bloque C y D, en UCI, Obstetricia Neonatología los equipos rodantes, como camillas, incubadoras, equipos de monitoreo, se encuentran en buen estado. Además, cuentan con un sistema de frenos asegurados para evitar su desplazamiento ante cualquier eventualidad y evitar riesgos.

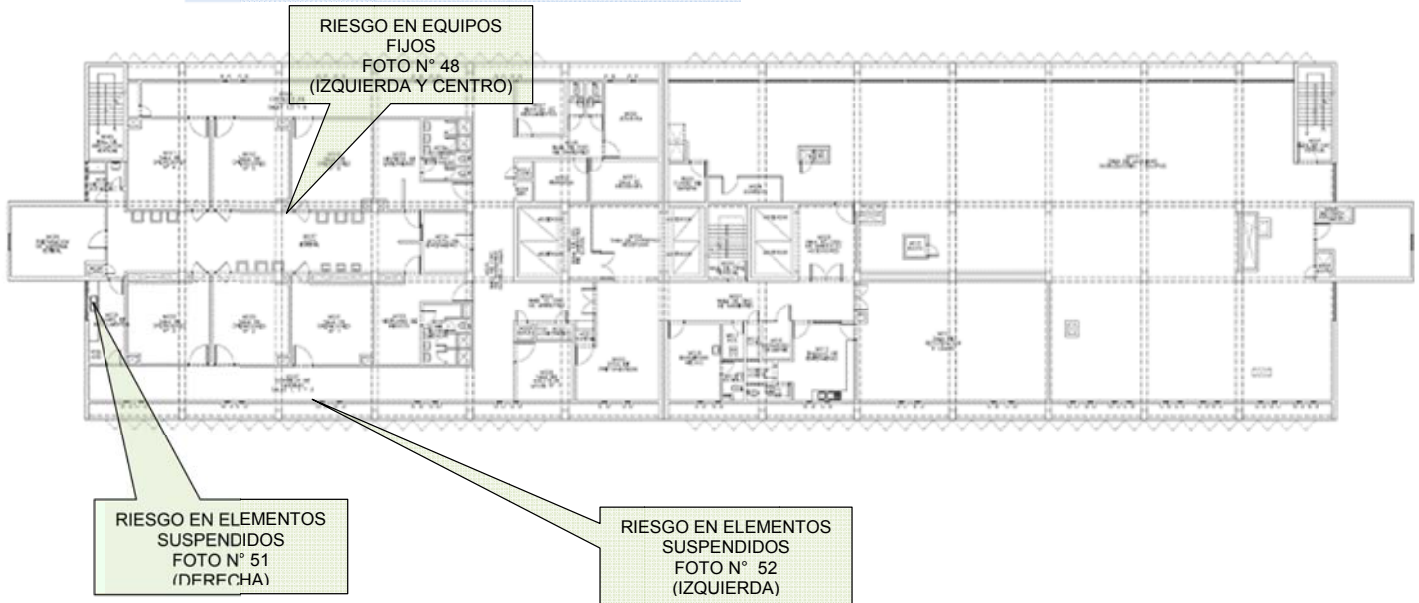
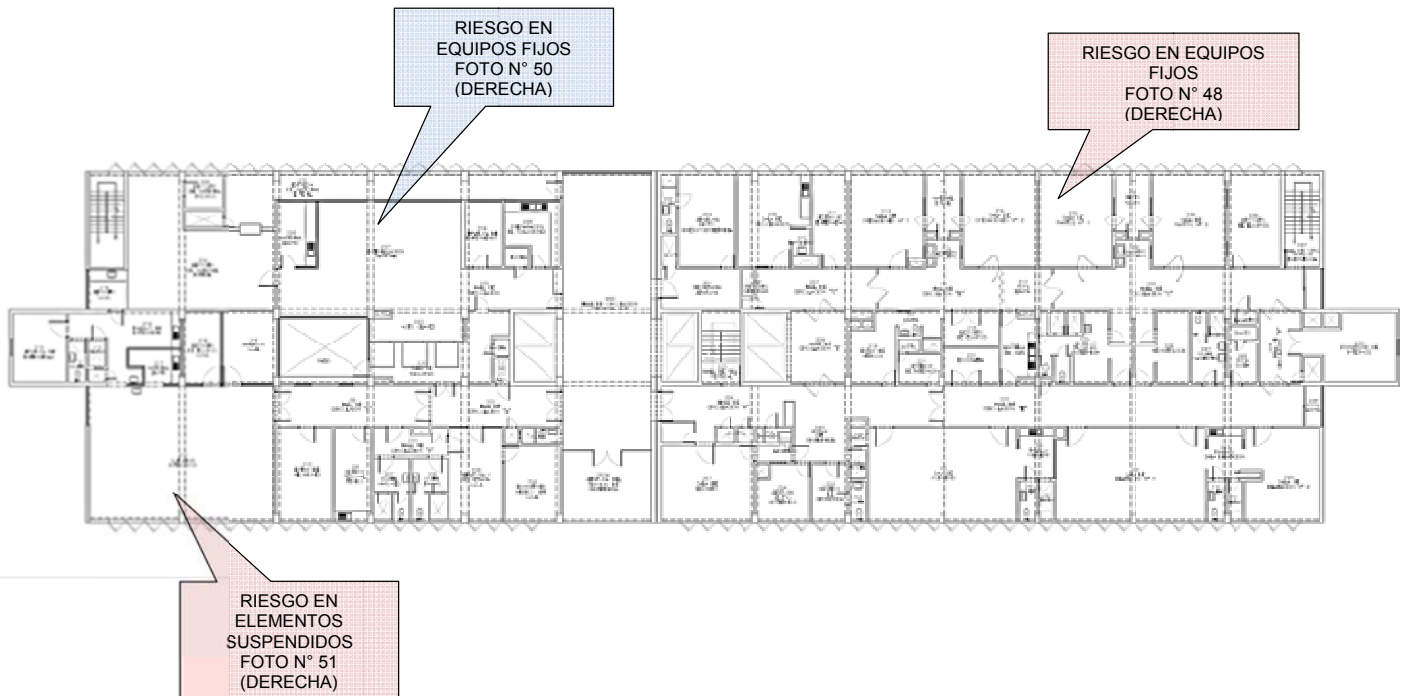


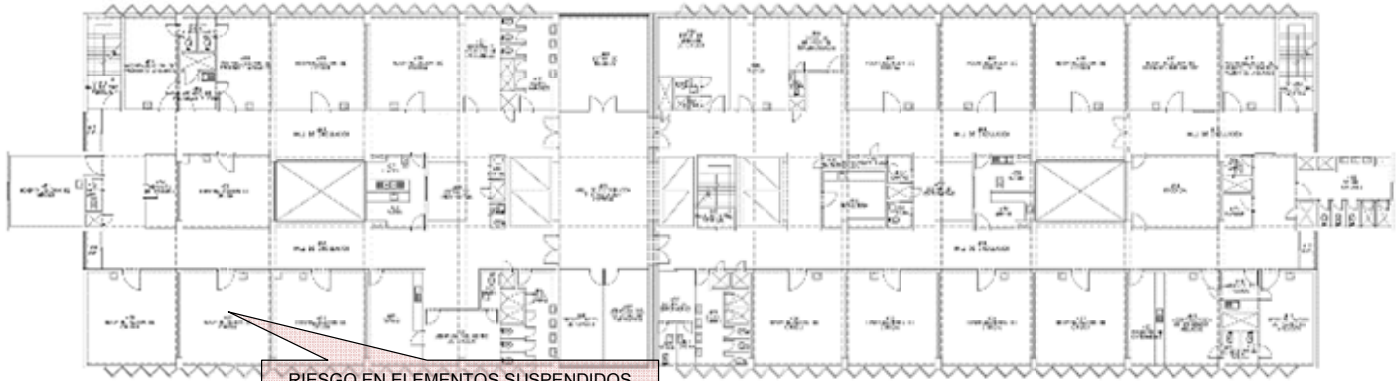
Figura 142: En el bloque D en UCI, Obstetricia Neonatología los equipos rodantes, como camillas, incubadoras, equipos de monitoreo, se encuentran en buen estado. Además, cuentan con un sistema de frenos asegurados para evitar su desplazamiento ante cualquier eventualidad y evitar riesgos.



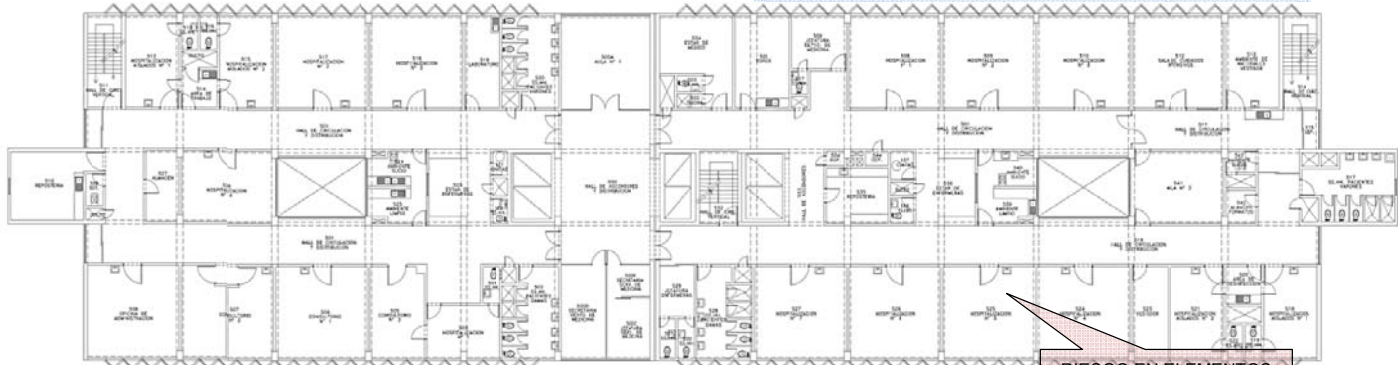
Figura 143: En el bloque D de Hospitalización Pediatría y de Cirugía los mobiliarios que cuentan con sistema de rodamiento son los que son utilizados para colocar los insumos médicos no tienen seguros adicionales que eviten su desplazamiento y/o caídas de los insumos.

**PRIMER PISO: EMERGENCIA, CONSULTA EXTERNA,
ADMINISTRACIÓN, AYUDA AL DIAGNOSTICO**

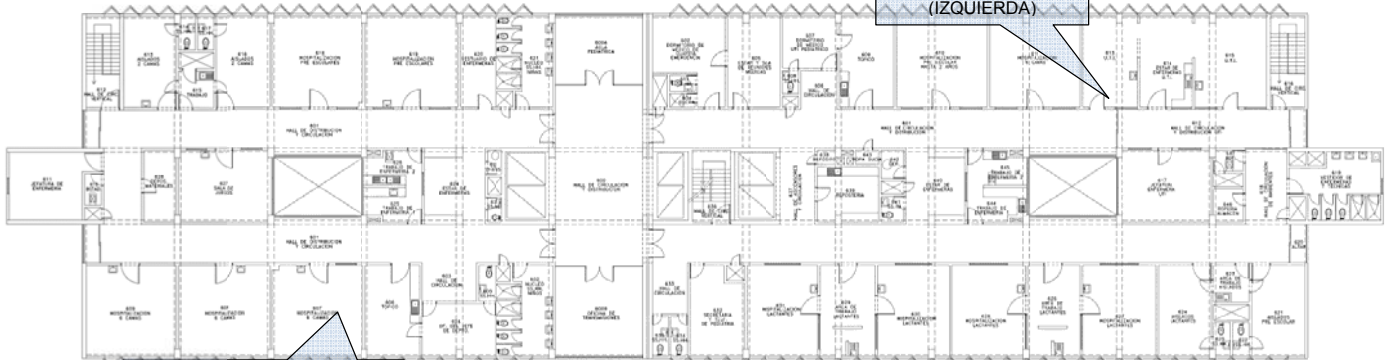
ENTREPISO: CENTRO QUIRURGICO**SEGUNDO PISO: CENTRO OBSTETRICO Y CENTRAL ESTERILIZACION**

**CUARTO PISO: HOSPITALIZACION DE
CIRUGIA**

RIESGO EN ELEMENTOS SUSPENDIDOS
FOTO N° 54
(CENTRO)

**QUINTO PISO: HOSPITALIZACION DE
MEDICINA GENERAL**

RIESGO EN ELEMENTOS
SUSPENDIDOS
FOTO N° 54
(DERECHA)

**SEXTO PISO: HOSPITALIZACION DE
PEDIATRIA**

RIESGO EN
EQUIPOS FIJOS
FOTO N° 51
(IZQUIERDA)

ELEMENTOS SUSPENDIDOS
FOTO N° 54
(IZQUIERDA)

6.2.10. Equipos fijos



Figura 144: Izquierda y centro: En el bloque C en las zonas del Centro Quirúrgico(Entrepiso) los equipos médicos se encuentran fijados al techo. Derecha: En el bloque D del Centro Obstétrico(Segundo Piso) se encuentran equipos médicos que están fijados al piso y se encuentran en buen estado.



Figura 145: En el bloque K en los ambientes de Rayos X(Primer Piso) los equipos médicos se encuentran en buen estado y fijados al piso y otros sujetos a unas barras metálicas y en L a la pared.



Figura 146: Izquierda: En el bloque D en la zona de hospitalización de Pediatría (Sexto Piso) se tienen refrigeradoras que están fijadas contra la pared. Derecha: De otro lado, en el bloque C en el centro de esterilización (Segundo Piso) los equipos para la esterilización de los instrumentos, insumos médicos están empotrados en la pared requiere mantenimiento periódico.

6.2.11. Elementos suspendidos



Figura 147: Izquierda: En el bloque I en Admisión (Primer Piso) se encuentran televisores suspendidos de unos cables del techo. Derecha: En el bloque C en la zona del Centro Quirúrgico (Entrepiso) las luminarias no cuentan con su panel de protección.



Figura 148: Izquierda: En el bloque C en Centro Quirúrgico (Entrepiso) los equipos médicos están fijados al techo, manteniéndolos suspendidos. (se debe verificar adecuada sujeción)
Derecha: En el bloque K en Rayos X(Primer Piso) los equipos médicos están fijados al techo y a la pared.



Figura 149: Izquierda: En el bloque A en Emergencia (Primer Piso) se encuentran las tuberías de agua suspendidas del techo en los corredores, no cuentan con falso cielo raso en estas zonas críticas Derecha: En el bloque C en UCI (Segundo Piso) se tienen varillas metálicas suspendidas del techo para la colocación de cortinas para separar los ambientes de una camilla y otra, se debe verificar sujeción



Figura 150: Izquierda: En el bloque C en Hospitalización Obstetricia Neonatología (Tercer Piso) se encuentran iluminarias suspendidas del techo que no cuentan con su panel de protección ante cualquier caída del fluorescente.

Centro: Además, en el bloque C de Hospitalización de Cirugía (Cuarto Piso) se observan ductos de agua suspendidos del techo que atraviesan paredes,

Derecha: Por otro lado, en el bloque D de Hospitalización Medicina (Quinto Piso) hay ventiladores suspendidos del techo en los ambientes de los cuartos de los pacientes, éstos no se encuentran lo suficientemente fijos al techo.

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 o retirar revestimientos vulnerables
- Reubicación, elegir sitios seguros para equipos pesados o materiales peligrosos.
- Restricción en la movilización de equipos, sujetar al piso cilindros de gas 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, reemplazar 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.
- Considerar la protección de los vidrios con láminas de seguridad o cambio a vidrios templados ó laminados en las áreas de circulación, escaleras y rutas de evacuación.

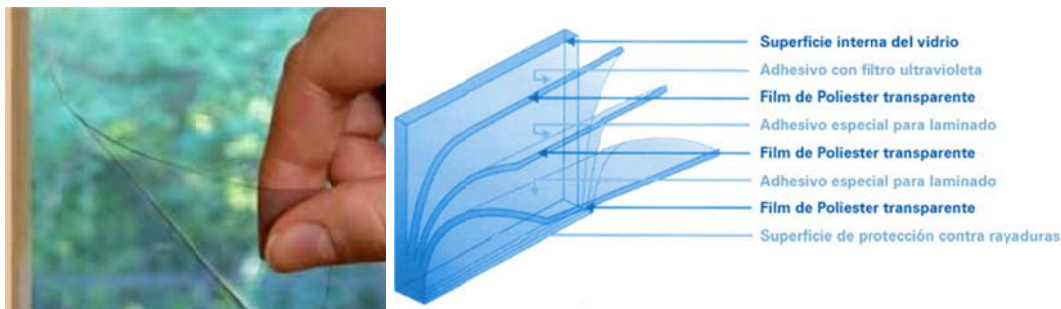


Figura 1. Vidrios se pueden laminar con láminas de seguridad.

Se describe 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.

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 más 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**. Deben ser usados 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.

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.

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.



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



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 la sala de máquinas, las tuberías de agua de F°G° para agua fría y agua blanda se encuentran corroídas.
- Los equipos como filtros, ablandadores tienen sus conexiones y accesorios en estado de corrosión.
- Las tuberías de desagüe de F°F° en el primer nivel están corroídas y algunas presentan fugas en pasadizos e inclusive en ambiente como la sala de preparación de fórmulas.
- Las tuberías de F°G° de agua fría instaladas en la azotea están totalmente corroídas
- Las conexiones entre tuberías y cisternas no cuentan con conexiones flexibles.
- Las tuberías de ingreso y salida en el tanque elevado se encuentran deterioradas y carecen de uniones flexibles



Figura 151. Tuberías reemplazadas por deterioro



Figura 152. Tuberías con empalmes rígidos a tanques de agua



Figura 153. Accesorios de F°F° reemplazadas por PVC



Figura 154. Empalme rígido de F°F° en salida de cisterna



Figura 155. Empalme rígido a cisterna corroído



Figura 156. Alimentador de energía a tableros de bombas en forma inadecuada.



Figura 157. Válvulas corroídas en impulsión



Figura 158. Tuberías corroídas en línea de impulsión



Figura 159. Tubería de F°G° reemplazada en línea de impulsión



Figura 160. Tubería de Agua Blanda de F°G° corroída



Figura 161. Tubería de desagüe de F°F° corroída



Figura 162. Tubería de desagüe de F°F° corroída



Figura 163. Tubería de agua en azotea corroída



Figura 164. Equipos colapsados de agua caliente



Figura 165. Equipos neumático colapsados



Figura 166. Tubería de salida a punto de colapsar



Figura 167. Tubería de salida sin uniones flexibles en tanque elevado



Figura 168. Tubería de salida sin uniones flexible



Figura 169. Tubería de salida corroída



Figura 170. Tubería corroída con fuga de agua



Figura 171. Válvula y accesorios corroídos con fuga de agua

7.1.2. Instalaciones Eléctricas

Sistema eléctrico.

El Hospital Maria Auxiliadora, cuenta con dos subestaciones, cada una de 400KVA, con una potencia contratada de 450 Kw en MT2, Alimentador VM16, suministro 667213.

Cuenta con una fuente alternativa capaz de suministrar energía eléctrica de forma permanente por un periodo de 72 horas en las áreas críticas.

El Hospital cuenta con un generador eléctrico de capacidad igual a 345 KVA que se encuentra ubicado en la casa fuerza, actualmente se encuentra en estado inoperativo. Tienen un generador eléctrico encapsulado en alquiler que alimenta las áreas críticas.

El Tablero eléctrico principal cuenta con las llaves adecuadas, en cambio para los sub-tableros, se debe plantear un cambio y si se tendrían que complementar con llaves protección de vida, identificar circuitos y verificar sistemas de aterramiento, existen cables expuestos, así como se han efectuado instalaciones provisionales, por lo que es necesario aplicar las normas del código nacional.

Otros hallazgos importantes encontrados:

- Se cuenta con lámparas de emergencia con baterías como prevención.
- No existen riesgos de posibles inundaciones.
- Los medios de sujeción y/o anclajes se encuentran en estado regular.
- Las conexiones con tuberías de combustible son las apropiadas.
- Riesgo de obstrucción de las salidas ante desplazamiento, no existe.
- Se encuentra área de iluminación seguro en áreas críticas y con sujeción no adecuada.



Figura 172 Grupo Electrógeno Inoperativo



Figura 173 Tablero Eléctrico Principal



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



7.1.3. Instalaciones Mecánicas

Depósitos de combustible (diesel) de capacidad de 500 galones subterráneos, Ubicado en el área de mantenimiento, en los estacionamientos, encuentra señalizado y abastece para un mínimo de 5 días, que se encuentran una distancia que no afecten la seguridad del establecimiento.

El hospital cuenta con una central de vacío nueva, ubicada en el área de Emergencia.

7.1.4. Instalaciones Electromecánicas

Sistemas de calefacción, ventilación aire acondicionado, agua caliente, vapor.

Los equipos, conductos, tuberías, etc., deben estar debidamente anclados sin posibilidad de movimiento.

Los sistemas de aire acondicionado, ventilación mecánica y extractores de aire, funcionan independientemente destinados como propio para cada servicio. Se verifica que aire acondicionado no está expuesto a inundaciones, requiere atención inmediata por inoperatividad de los sistemas.

Cuenta con dos calderos de 150 BHP de marca Intesa, se ubica en la casa de fuerza, en este mismo ambiente se encuentra el ablandador de agua y el calentador de agua.

Las redes de vapor el cabecero y en algunos tramos no tiene protección necesaria por lo que es posible la pérdida de calor. Los calderos cuentan con su propio panel de control y se encuentran en buenas condiciones por ser nuevos relativamente. Los componentes de estos sistemas se encuentran en buen estado conductos, tuberías cables, el funcionamiento de las válvulas de seguridad.

Los equipos reciben mantenimiento periódico.



Figura 174 Instalaciones aire acondicionado



Figura 175 Instalaciones electromecánicas (ductos)

7.1.5. Instalaciones Especiales

Gases medicinales (oxígeno). Existe una central de Oxígeno Criogénico a campo abierto, ubicado cerca de Emergencia, en la playa de estacionamiento, tiene una capacidad de 1500 galones, que es la que provee y controla la distribución de oxígeno medicinal a todos los servicios críticos. El ambiente está debidamente señalizado y cuenta con sistema contra incendio a través de un extintor.

Como generador de oxígeno medicinal se encuentra garantizado el aprovisionamiento de gases medicinales para 4 días como mínimo.

Los gases medicinales cuentan con medios de sujeción apropiados.

Los tanques verticales están anclados con uniones soldadas o atornilladas con pernos, para evitar caídas en sismos.

Los gases están en una zona segura, ubicado en el exterior de la edificación, por precaución ante posibles explosiones.



Figura 176 Tanque criogénico de O₂



Figura 177 Instalaciones de seguridad en central de O₂

7.1.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

Los sistemas de comunicación se encuentran operativos, Comunicación Interna: sistema de perifoneo altavoces, intercomunicadores central telefónica, computadoras en red, estado de cables deben ser protegidos se encuentran deteriorados en un 60% por estar expuestos, existe en proceso la adquisición de un nueva central telefónica.

Comunicación Externa: internet radiocomunicación se encuentra e operativos, su cobertura es solo con hospitales cercanos.

Cuenta con sistema alternativo de energía del grupo electrógeno por estar conectado a emergencia para los servicios de radio.

Cuenta con sistemas alternos de comunicación radio teléfono celular, estado de antenas requieren mantenimiento tanto como abrazaderas arriestrados adecuadamente, se encuentra ubicado en la azotea del pabellón principal.

Evaluación del ambiente donde se ubica la radio no es el más adecuado para un manejo de emergencias, existe vulnerabilidad de instalaciones a un sismo.

7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

7.2.1. Instalaciones Sanitarias

En caso de mantenerse el tanque elevado:

- Cambiar las redes de agua de F°G° que se encuentran corroídas en la sala de máquinas y azotea.
- Cambiar las válvulas y accesorios de F°G° que se encuentran corroídas en la sala de máquinas
- Las tuberías de desagüe de F°F° que se encuentran corroídas en el primer nivel se deben reemplazar.
- En las salas de máquinas se debe instalar uniones flexibles en el árbol de descarga de cada una de las líneas de impulsión.
- Las conexiones de ingreso y salida en el reservorio elevado y cisterna deberán ser cambiadas y adecuadas con uniones flexibles.

En caso de eliminarse el tanque elevado, se recomienda la instalación de un nuevo sistema de presurización para lo cual es necesaria la elaboración de un expediente técnico que contemple la utilización de bombas de velocidad variable.

7.2.2. Instalaciones Eléctricas

SISTEMA ELECTRICO	RECOMENDACIONES
Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Debe continuarse mejorando los cambios de redes eléctricas y su ordenamiento. Recomendación :Se debe continuar con el mejoramiento de instalaciones eléctricas, ordenando técnicamente así como protegiendo y no tener cables expuestos instalar de acuerdo a norma del CNE
Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.	Sistema de alimentación eléctrica EDELNOR, y cuenta con grupo electrógeno y las áreas críticas están conectadas, no existe redundancia de GE. Recomendación: El Hospital debe contar con sistema redundante de energía el cual debe contar con su respectivo tablero de transferencia

<p>Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.</p>	<p>Tablero con sistema de interrupción por sobre carga en buen estado , pero subtableros deben mejorarse, así como en los sistemas de puesta a tierra Debe efectuarse el mantenimiento de pozo a tierra Recomendación :realizar mejoramiento y/o cambio de tableros eléctricos en áreas críticas implementar con llave protección de vida, realiza r mantenimiento y Levantar protocolos de medición de pozos a tierra para un mejor control de sobrecargas</p>
<p>Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc.</p>	<p>Buena iluminación en especial zonas críticas y rutas de evacuación, sistemas de iluminación requieren aseguramiento recomendación : algunos equipos de iluminación requieren sujeción y/o aseguramiento de lámparas de iluminación en las rutas indicadas</p>
<p>Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.</p>	<p>Corresponde a la SS EE Recomendación: requiere ordenamiento y protección de cables eléctricos, así como eliminar instalaciones electricas improvisadas</p>

7.2.3. Instalaciones Mecánicas

DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (GAS, GASOLINA O DIESEL):	RECOMENDACIONES
<p>Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).</p>	<p>Líneas y accesorios en regular estado, requiere mantenimiento Recomendación: relizar mantenimiento de válvulas, mangueras</p>

7.2.4. Instalaciones Electromecánicas

SISTEMAS DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN, AIRE ACONDICIONADO EN ÁREAS CRÍTICAS	RECOMENDACIONES
<p>Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.</p>	<p>Ductos con soportes de regular condición , se debe realizar mantenimiento de ductos y tuberías por la antigüedad del hospital, recomendación: realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías que atraviesan juntas de dilatacion</p>
<p>Condición de tuberías, uniones, y válvulas..</p>	<p>En regular condición, requieren mantenimiento, recomendación: realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías detuberias, uniones y válvulas por antigüedad del hospital</p>

7.2.5. Instalaciones Especiales

SISTEMA DE GASES MEDICINALES O ₂	RECOMENDACIONES
Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	Central de oxígeno con manívol para uso de respaldo Pero falta aseguramiento de balones de O ₂ , Recomendación asegurar con banda de sujeción balones de O₂
Ubicación apropiada de los recintos.	La central de respaldo que sirve para emergencia se encuentran mal ubicada (en pasadizo) Recinto accesible Recomendación: reubicar dicha central.
Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales	Protección falta bandas de sujeción, para evitar caídas, explosiones Recomendación: instalar bandas de sujeción en ubicaciones de balones de O₂ que faltan.
Seguridad apropiada de los recintos.	No es muy seguro por encontrarse la central con los tanques criogénicos están en un ambiente poco ventilado y en sótano. Recomendación: reubicar tanques criogénicos en lo posible.

7.2.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	RECOMENDACIONES
Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga.	El estado técnico de de las instalaciones de altavoces, perifoneo de ben mejorarse con un ordenamiento y algunos cambios del cableado, los mismos que deben estar protegidos Recomendación: Ordenamiento y protección de cales de comunicación interna.
Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet,</i>	El estado técnico del sistema de radio be mejorarse para cubrir todas las emergencias, debe implementarse con teléfono satelital y el mejoramiento del ancho de banda del sistema de internet Recomendación: Implementar comunicaciones con teléfono satelital, y mejorar el ancho de banda en internet, establecer comunicaciones con todas las redes de primera respuesta en emergencias.
Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	El estado técnico de los sistemas de telecomunicaciones instalados dentro del perímetro del hospital deben ordenarse técnicamente su cableado Recomendación: ordenamiento y protección de cables, para garantizar comunicación en emergencias
Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.	No cuenta con local apropiado para manejo de emergencias en desastres Recomendación: habilitar ambiente apropiado para comunicaciones parta manejo de emergencias en desastres.
Seguridad del sistema interno de comunicaciones.	Cuenta con baterías en stand by, para emergencias en caso de sismos, está en reordenamiento recomendación: circuito de energía debe estar conectado a los circuitos de emergencia.

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 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. Lima, INDECI-PREDES, 2009). Sus efectos podrían destruir o inhabilitar medio millón de viviendas y ocasionar unas 50 mil muertes y 50 mil a 686 mil heridos, un 10 a 20% de ellos tendría lesiones graves que requerirían atención hospitalaria de alta complejidad. Las exigencias sanitarias de un evento de esta categoría exigirán la movilización del sector salud en su conjunto y requerirá ayuda externa.

El colapso estructural arrastrará al colapso funcional

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

Todo lo que funciona puede fallar.

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

Enfrentar esta situación implica requerimientos fundamentales (prioridades vinculadas):

- *Disponibilidad de recursos:* lo necesario para poder cumplir los procedimientos.

- *Competencias técnicas:* en varios niveles:
 - *Personales:* cognitivas, procedimentales, ético-sociales,
 - *Institucionales:* organización, gestión, cadenas logísticas, normas,
 - *Sistemas y Redes de servicios:* comando, planificación, concertación,
- *Disposición:* vocación médica y compromiso de las personas con su objetivo social y responsabilidad laboral.

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

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

Las competencias de los profesionales de salud son impartidas en su formación universitaria y recertificadas periódicamente por los colegios profesionales. Las competencias institucionales en materia de desastres son evaluadas por la autoridad competente (OGDN-MINSA), 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, quienes, en reuniones semanales con personal especializado 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 “Avance del Análisis Situacional de Salud ASIS 2012” del Hospital María Auxiliadora, destaca lo siguiente:

Se ubica en el Distrito de San Juan de Miraflores.

- Norte: Distrito de Surquillo, Chorrillos, Barranco.
- Sur: Distrito de Villa el Salvador, Lurín, Pachacámac y balnearios.
- Este: Distrito de Villa María del Triunfo.
- Oeste: Panamericana Sur, Océano Pacífico.

El Hospital María Auxiliadora es un Hospital de III-1 de acuerdo a la R.D.N° 425-06-DISA-II-LS/DL, de fecha 04 de Septiembre 2006, dentro del sistema de salud funciona como hospital de referencia para la DISA II Lima Sur.

La población de la jurisdicción DISA II LIMA SUR en el 2012 fue 2'145,975 habitantes. Los distritos que presentan la mayor cantidad de población son Villa el Salvador 410,909 (20%) Villa María del Triunfo 389,419 (19%), y San Juan de Miraflores 351, 628 (19%).



POBLACION ESTIMADA	
AÑO	POB.
2002	1'998,075
2003	2'012,634
2004	1'972,215
2005	2'010,448
2006	2'049,133
2007	1'877,983
2008	1'903,527
2009	1'932,146
2010	2'030,068
2011	2'105,296
2012	2'145,975

Figura 178: Población de la DISA II LIMA SUR (2002 – 2012)

LIMA SUR	1'932,146
Villa El Salvador	410,909
Villa María del Triunfo	389,419
San Juan de Miraflores	351,628
Santiago de Surco	299,188
Chorrillos	277,509
Pachacamac	75,520
Lurín	65,141
Barranco	33,465
Pucusana	11,815
San Bartolo	6,816
Punta Negra	5,457
Punta Hermosa	5,210
Santa María del Mar	69

Figura 179: Población de DISA II Lima Sur – Año 2012. Principales Distritos

Los principales problemas identificados son los siguientes (ASIS 2012):

- Ascensores con más de 30 años de existencia, constantemente inoperativos
- Falta de manuales técnicos en los diferentes servicios sobre equipamiento en uso
- Falta de tomas murales de oxígeno, aire comprimido y vacío en sala de operaciones
- Demora en el suministro de gas natural
- Inadecuado mantenimiento de instalaciones y griferías
- Hacinamiento de archivos documentarios en cajas
- Instalaciones insuficientes para atender la demanda de hospitalización y el traslado de paciente de los servicios críticos
- Poca comunicación entre el personal y jefaturas
- Insuficiente evaluación de las competencias y perfiles del personal nuevo previo al inicio de sus labores
- Personal médico de guardia que responde a otras jefaturas (problemas con cadena de mando)
- Dificultades para la elaboración y revisión de las guías de práctica clínica
- Inadecuada e insuficiente aplicación de Guías de Práctica Clínica y falta de actualización de las mismas

- Guías de Práctica Clínica que no se complementan con los servicios
- Guías aprobadas sin evaluación respecto de su aplicación
- Sistema de referencias y contrarreferencias sin respaldo (personal-logístico- equipamiento)
- Personal asistencial insuficiente
- Escaso desarrollo de los sistemas informáticos de apoyo
- Inadecuada identificación de las destrezas y habilidades del personal
- Inexistencia de perfiles definidos para los puestos
- Población laboral con el promedio de edad en incremento.

La Contraloría General ha informado que existe riesgo de colapso del servicio de Emergencia porque la demanda ha desbordado la oferta hospitalaria, los equipos biomédicos inoperativos o subutilizados afectan la atención en Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales y en el Centro Quirúrgico [La Contraloría General de la República. Nota de prensa N° 115 CG/COM. Lima, 17 de octubre de 2012. <http://www.slideshare.net/ilianaromero/informe-contralora-hospitales-minsa>]

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 e imágenes
- Banco de sangre

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

- ¿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?



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



- 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?
- 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 destructor y la disponibilidad de mecanismos para evacuación masiva del hospital en caso de colapso físico y funcional post terremoto destructivo.

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

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

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

9.1. Componente Estructural

Con base en la evaluación presentada en las secciones anteriores, se requiere reforzar las estructuras de los bloques denominados C, D, F (casa de fuerza), G, H, I y N.

Los bloques F, G e I, en caso de sismo severo, no llegan a ser dañados muy gravemente en sus elementos estructurales; sin embargo, los elementos no estructurales y el contenido de los edificios pueden llegar a ser afectados.

Los bloques C, D, H y N, tanto en caso de sismo moderado como en sismo severo, llegan a ser dañados en sus elementos estructurales, por lo que la intervención estructural en estos bloques debe ser más extensiva.

Para el diseño del reforzamiento sismorresistente de los edificios mencionados, se recomienda el tratamiento de los pórticos periféricos y algunos interiores con la inclusión de elementos tipo placa, para que en conjunto con las columnas se incremente la rigidez lateral de los pórticos en las dos direcciones horizontales principales de los edificios.

Como medidas para la reducción de la vulnerabilidad a corto plazo se recomiendan tomar las medidas siguientes:

- a) Planificar el traslado de las áreas críticas del hospital ubicadas en los bloques que requieren ser reforzados, hacia sectores o bloques menos vulnerables, dentro de las posibilidades de funcionamiento adecuado del hospital.
- b) Reemplazo de las construcciones construidas a base de paneles con fines temporales, en las cercanías del Bloque B, que presentan signos de corrosión y deterioro notable.
- c) Intervención estructural de los bloques E y F para hacer frente a los efectos de la corrosión elevada observada en los refuerzos expuestos.
- d) Intervención estructural de los muros de contención de los bloques L y M ubicados a nivel del sótano en el lado expuesto a la Calle Miguel Iglesias.
- e) Retiro del tanque elevado ubicado en el bloque D y eventual reemplazo por un sistema alternativo para el abastecimiento de agua, para eliminar la transferencia parcial del peso considerable del tanque hacia columnas del último piso, que ha ocasionado deflexiones y



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



grietas observadas en las vigas adyacentes del último piso del mencionado bloque.

9.2. Componente No estructural

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.

En este marco, 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 otro lado, en función a los resultados obtenidos en la evaluación del componente estructural 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:

Bloque	SERVICIO	Piso	Sismo moderado		Sismo severo	
			Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
A	EMERGENCIA	1	0.0002	0.0003	0.0004	0.0006
B	Administración	1	0.0004	0.0003	0.0008	0.0005
C	Administración	6	0.0016	0.0016	0.0109	0.0072
C	Centro Quirúrgico	5	0.0017	0.0017	0.0112	0.0075
C	Centro Obstétrico - Central de esterilización – U.C.I.	4	0.0017	0.0017	0.0112	0.0076
C	Hospitalización Obstétrica - Neonatología	3	0.0019	0.0018	0.0111	0.0077
C	Hospitalización de Cirugía	2	0.0017	0.0017	0.0101	0.0077
C	Hospitalización de Medicina Central	Entrepiso	0.0012	0.0011	0.0084	0.0064
C	Hospitalización de Pediatría, Estadística - Archivo	1	0.0012	0.0015	0.0062	0.0064
C		Sótano	0.0002	0.0005	0.0014	0.0021
D	Laboratorio de Emergencias	6	0.0019	0.0024	0.0079	0.0116
D	Centro Quirúrgico	5	0.0021	0.0026	0.0090	0.0122
D	Centro Obstétrico - Central de esterilización – U.C.I.	4	0.0022	0.0027	0.0093	0.0122
D	Hospitalización Obstétrica - Neonatología	3	0.0025	0.0031	0.0101	0.0133
D	Hospitalización de Cirugía	2	0.0022	0.0033	0.0100	0.0120
D	Hospitalización de Medicina Central	Entrepiso	0.0018	0.0033	0.0091	0.0107
D	Hospitalización de Pediatría, Subestación Eléctrica – Nutrición y Dieta	1	0.0019	0.0024	0.0072	0.0079
D		Sótano	0.0007	0.0010	0.0019	0.0033
E	Cocina (Nutrición y Dieta), Residencia Médica	1	0.0011	0.0004	0.0022	0.0007
E		Sótano	0.0005	0.0004	0.0009	0.0008
E		Mezzan	0.0004	0.0004	0.0008	0.0008
F	Casa Fuerza – Cisternas	1	0.0018	0.0007	0.0036	0.0014
G	Administración	1	0.0011	0.0006	0.0022	0.0012
G		Sótano	0.0018	0.0010	0.0037	0.0020
H	Cafetería	1	0.0018	0.0010	0.0247	0.0019
H		Sótano	0.0024	0.0005	0.0257	0.0010
I	Archivo	1	0.0018	0.0018	0.0036	0.0035
I	Consultorio Neurología	Sótano	0.0011	0.0011	0.0022	0.0021
J		1	0.0005	0.0011	0.0010	0.0022
J		Sótano	0.0011	0.0010	0.0021	0.0020
K	IMÁGENES	1	0.0009	0.0010	0.0018	0.0020
K	BANCO DE SANGRE	Sótano	0.0009	0.0006	0.0017	0.0012
L	Consultorio Pediatría, Cirugía General.	1	0.0005	0.0011	0.0010	0.0022
L		Sótano	0.0011	0.0010	0.0021	0.0020
M	Consultorios externos, Consultorio Especialidades Médicas	1	0.0015	0.0007	0.0030	0.0014
M		Sótano	0.0008	0.0004	0.0015	0.0007
N	Consultorios externos, Almacén General	1	0.0029	0.0088	0.0183	0.0178
N		Sótano	0.0006	0.0008	0.0149	0.0133

En función a estos resultados se presentan las siguientes recomendaciones a fin de mitigar los efectos negativos que se pueden tener ante un evento sísmico, estas acciones están relacionadas con el componente no estructural.

MITIGACION DE VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES



En este ítem, se desarrollan las recomendaciones, para mitigar la vulnerabilidad no estructural:

- Accesibilidad para las personas discapacitadas
- Equipamiento no médico

- Equipamiento Médico
- Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes
- Quirófanos – UCI
- Emergencia / Reanimación
- Equipamiento de laboratorio de análisis clínicos
- Esterilización
- Equipos Conectados
- Equipos Rodantes
- Equipos Fijos
- Elementos Suspendidos

9.2.1. Accesibilidad para las personas discapacitadas

La presencia de desniveles desde la vía pública al Hospital requiere de la instalación de rampas para discapacitados; estas deben diseñarse adecuadamente y ubicarse estratégicamente en los espacios de ingreso, de tal manera que la circulación peatonal sea fluida y segura.

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

9.2.2. Equipamiento no médico

Informático

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



Figura 180: Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos



Figura 181: Equipos como impresoras deben estar sujetos a asegurados para evitar su desplazamiento ante movimientos sísmicos.

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



Figura 182: Archiveros deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación.



Figura 183: . Muebles y armarios deben estar fijados y asegurados afín de evitar caídas que afecten al personal de salud o que obstruyan salidas o corredores de evacuación.



Figura 184: 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 185: Formas de asegurar equipos electrónicos, mediante seguros de correas

9.2.3. Equipamiento Médico

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

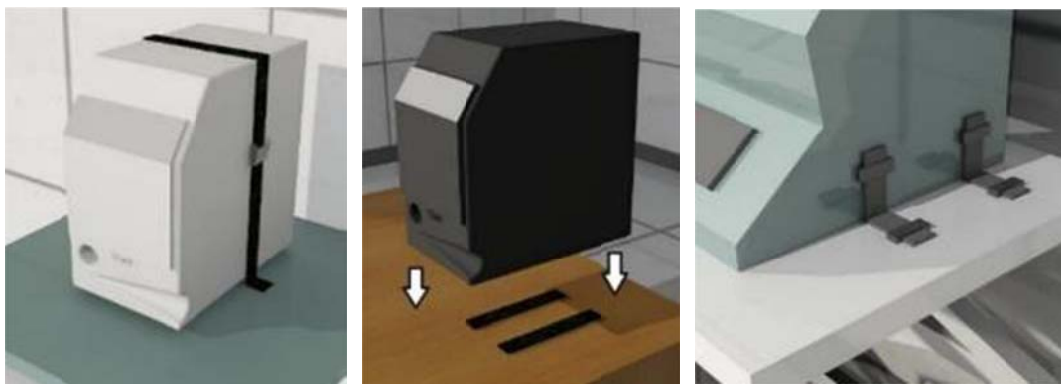


Figura 186: Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia.

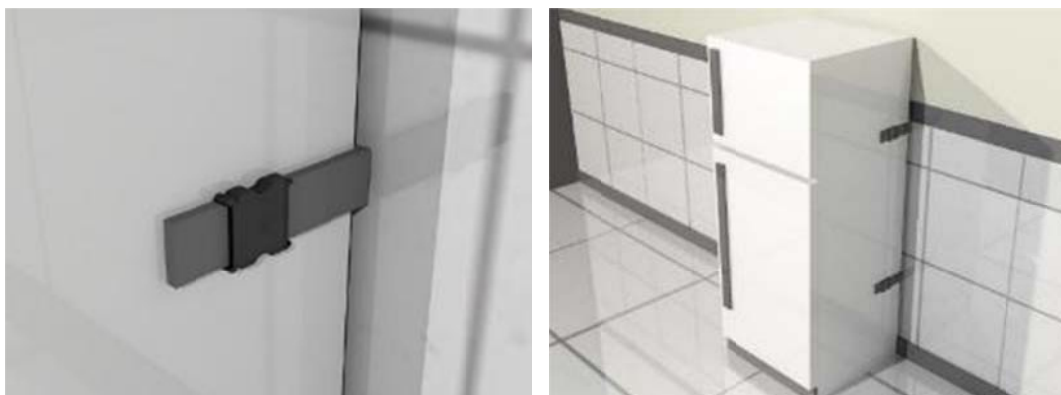


Figura 187: Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos

9.2.4. Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes

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

9.2.5. Quirófanos – UCI

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

9.2.6. Emergencia / Reanimación

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

9.2.7. Equipamiento de laboratorio de análisis clínicos

Es necesario mejorar su medio de sujeción a fin de evitar deslizamientos y/o caída del equipamiento y la pérdida del equipo y posible daño a su entorno ante inventos sísmicos, se debe tomar en cuenta recomendación de la imagen en el punto 9.2.3.

9.2.8. Esterilización

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

9.2.9. Equipos Conectados

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



Figura 188: Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados

9.2.10. Equipos Rodantes

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

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

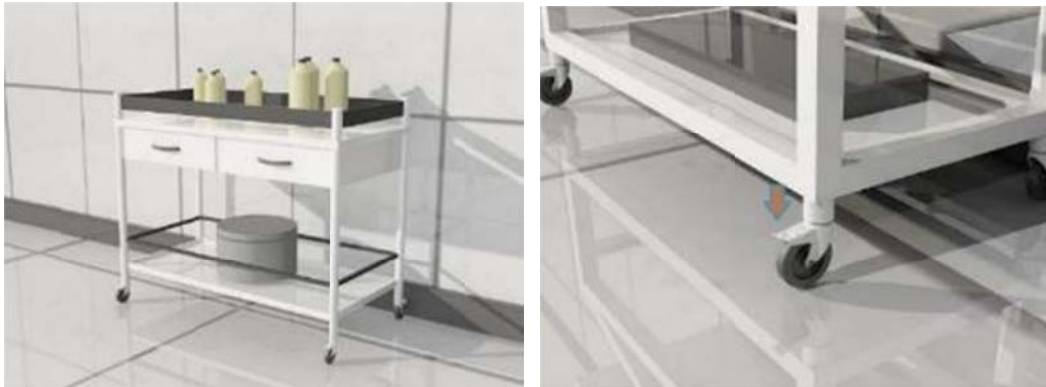


Figura 189: Equipos y mobiliarios rodantes. Se debe procurar que su seguro este accionado para evitar desplazamiento y/o caídas.

9.2.11. Equipos Fijos

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

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

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

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

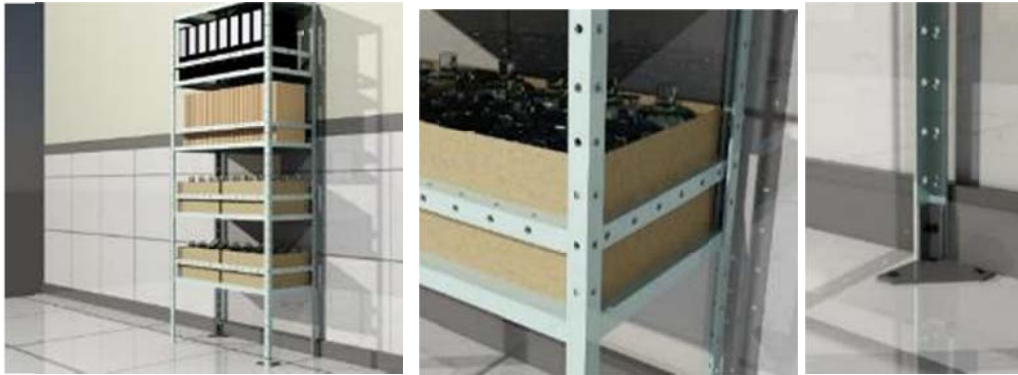


Figura 190: Sistema de aseguramiento de las unidades almacenadas en las estanterías, se evita caída de estanterías y desplazamiento y caída del contenido.

9.2.12. Elementos Suspendidos

Luminarias, ventiladores, apliques, etc.

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

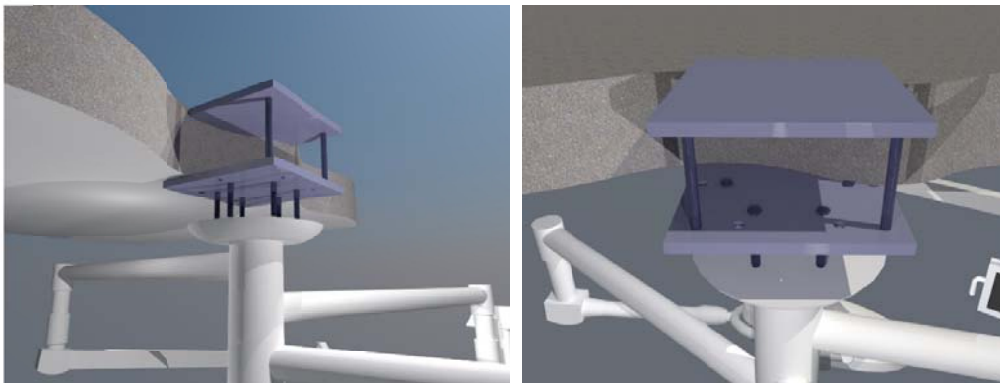


Figura 191: Aseguramiento de equipos fijados en techo, se debe verificar correcta sujeción a fin de evitar balanceo.

Asimismo, en los ambientes donde exista falso cielo raso se debe verificar la fijación de este a fin de evitar en caso de movimiento de

sísmico, el balanceo que genera la caída de baldosas y/o luminarias suspendidas.

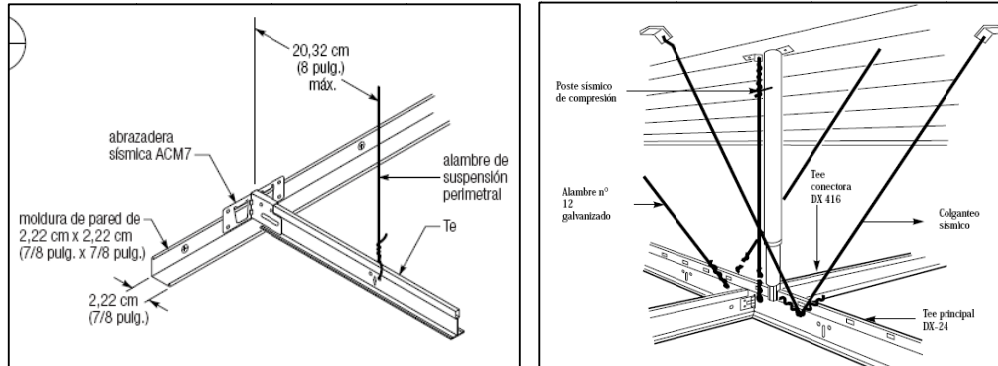


Figura 192: Sujeción de falso cielo raso con seguros adicionales que evitan balanceo de la estructura.

La implementación de estas recomendaciones contribuirá a mitigar o disminuir las vulnerabilidades no estructurales identificadas en el Hospital Nacional María Auxiliadora. Asimismo, se tendrán los siguientes beneficios:

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

9.3. Componente Funcional

9.3.1. Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, OPS/OMS)

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

1. Organización del comité hospitalario para desastres y centro de operaciones de emergencia.

ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
85	Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres. Solicitar el acta constitutiva del Comité y verificar que los cargos y firmas correspondan al personal en función.	Existe un Comité y está operativo, lo dirige el encargado en Gestión del Riesgo, nombrado por la Dirección (por ser brigadista instructor está con frecuencia fuera del hospital)	Mantener el CHDC activo, con presupuesto anual que permita mantener un plan de trabajo y ampliar personal especializado en Gestión del Riesgo de 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.	El Comité está conformado por mas de 6 miembros, que incluye al Director, Jefe de Gestión de Riesgos, Jefe de Emergencia, Jefe de Enfermería, Jefe de Mantenimiento, Jefe de Farmacia y Jefes de Hospitalización	Mantener la pluralidad del equipo del CHDC, supervisando la participación activa de sus miembros.
87	Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica..	En virtud de ser multidisciplinario hay personal que no es de emergencia y que no se involucra	Precisar y oficializar las funciones específicas de cada miembro del CHDC.
88	Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del hospital. Verificar la sala destinada para el comando operativo que cuente con todos los medios de comunicación (teléfono, fax, Internet, entre otros).	Cuenta con todo el material de comunicaciones fijo, mismo que en caso de colapso no sería útil, no hay comunicación con las áreas de expansión	Mantener el local asignado para el COE, aunque sería prudente acercarlo mas al Servicio de Emergencia
89	El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	Ha sido fortalecido ya que es parte del Dpto. de Gestión de Riesgos	Ubicar el COE o ambiente de reunión del CHDC en área con comprobada seguridad física y funcional y cercana al Servicio de Emergencia
90	El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet.	Cuenta con computadoras e Internet	Mantener el equipamiento del COE con sistema informático y computadora, dándoles mantenimiento preventivo
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.	Existe el sistema central de perifoneo pero no se han difundido los códigos de alerta en caso de desastres. El COE no cuenta con comunicación telefónica externa.	Capacitar al operador de la central en códigos de alerta. Mantener operativos el sistema de comunicación interna y externa.
92	El COE cuenta con sistema de comunicación alterna. Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros.	Cuenta con altavoces portátiles, carece de radio.	Fortalecer el sistema de comunicación alterna del hospital con ambulancias y red hospitalaria.
93	El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	Cuenta con mobiliario, pero el espacio es reducido	Equipar al COE con mobiliario y equipo apropiado habilitando mas ambientes
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).	Cuenta con directorio de personal debidamente actualizado	Actualizar el directorio de instituciones ligadas a la respuesta.
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.	Existen algunas tarjetas de acción, falta completar las mismas para todo el personal participante	Completar, difundir y comprobar la aplicación de Tarjetas de Acción en todo el personal asistencial y administrativo.

2 Plan operativo para desastres internos o externos			
ISH	ITEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
96	Refuerzo de los servicios esenciales del hospital. El plan especifica las actividades que se deben realizar antes, durante y después de un desastre en los servicios clave del hospital (servicio de urgencias, unidad de cuidados intensivos, esterilización y quirófano, entre otros)	Se especifica adecuadamente las responsabilidades y funciones en el Servicio de Emergencia (no figuran otras áreas críticas), hay personal adecuadamente entrenado. Reportan falta de recursos	Elaborar Plan de Respuesta frente a Emergencias y Desastres para cada área crítica del hospital. Fortalecer la ejecución del PPR 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres
97	Procedimientos para la activación y desactivación del plan. Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan.	Está especificado, pero los recursos para hacerlo faltan (convocar a través de la radio/TV, etc.)	Fortalecer la secuencia de activación y desactivación del Plan. Se sugiere incluir debriefing psicológico de los operadores al concluir la crisis.
98	Previsiones administrativas especiales para desastres. Verificar que el plan considere contratación de personal, adquisiciones en caso de desastre y presupuesto para pago por tiempo extra, doble turno, etc.	Diffícil de obtenerlo porque el Organismo de Control Interno que obliga a cumplir las disposiciones del MINSa no permite mantener reservas y tampoco contrataciones inmediatas.	Regular las previsiones administrativas especiales para desastres, incluyendo contratación de personal especializado supernumerario.
99	Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados. El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	Se dispone del PPR 068 para reducción del riesgo, pero su ejecución es administrativamente compleja.	Mejorar las capacidades de gestión para ejecución del PPR 068.
100	Procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad, incluyendo la disponibilidad de camas adicionales. El plan debe incluir y especificar las áreas físicas que podrán habilitarse para dar atención a saldo masivo de víctimas:	Cuenta con área amplia de expansión pero sin capacidad material para habilitarlas.	Gestionar la ampliación de las instalaciones del hospital. Dotar de equipamiento para áreas de expansión y culminar el proyecto de conexión del grupo electrógeno
101	Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el triaje.	Se cuenta con personal capacitado pero faltan recursos materiales y equipos complementarios de triaje para desastres.	Disponer de grupos múltiples de triaje para caso de desastre.
102	Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas. El plan debe indicar la forma y las actividades que se deben realizar en la expansión hospitalaria (Ej. suministro de agua potable, electricidad, desagüe, etc.).	Dispone de área de expansión, pero no habilitada aún para su funcionamiento.	Gestionar la provisión de líneas vitales y equipamiento para las zona de expansión ya designadas
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.	El archivo se haya lejos de los ambientes de emergencia y no hay un plan para el rescate de estos documentos	Asegurar que la Hoja Clínica de Emergencia se integre a la Historia Clínica central rápida y eficazmente
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.	Existen mangueras contra incendios pero las mismas están descuidadas y no han sido revisadas. Reportan observaciones realizadas por Defensa Civil que aún no han sido levantadas.	Fortalecer las inspecciones internas de seguridad y gestionar su certificación. Abastecer de mangueras contra incendios en los lugares que faltan. Levantar observaciones de Defensa Civil.
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	No existe un procedimiento para desastres en el plan de vigilancia epidemiológica.	Elaborar procedimiento de vigilancia epidemiológica intrahospitalaria para casos de desastres o atención de víctimas en masa.
106	Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense. Verificar	Se utilizaría el área que corresponde al Patio de Maniobras de	Incluir en el Plan de Respuesta el área designada y procedimientos para ubicación temporal de cadáveres.

	si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres.	Mantenimiento, que se encuentra al costado interno de Consultorios Externos del Hospital.	
107	Procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Se desarrolla triaje, reanimación, estabilización y tratamiento con protocolos escritos para atención cotidiana, no está adecuadamente precisado para situaciones de desastre.	Formalizar la implementación de procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento para situaciones de desastre.
108	Transporte y soporte logístico. El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales, adecuados y en cantidad suficiente.	Cuenta con 3 ambulancias, 2 de ellas son tipo III y 1 es tipo II	Ampliar la dotación de ambulancias por la gran población de su jurisdicción.
109	Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia. El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos.	El problema es la imposibilidad de la compra para almacenamiento, (supervisado por el organismo controlador)	Gestionar la posibilidad de disponer reservas de alimentos para casos de desastre.
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>	No existe un plan específico, aunque se considera personal de apoyo	Planificar asignación de funciones alternativas para los especialistas, en caso de emergencia masiva o desastre con daño a las instalaciones.
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>).	No existe un área en caso de colapso de la infraestructura donde el personal pueda descansar, tomar alimentos y realizar sus necesidades fisiológicas	Ubicar y destinar un ambiente para garantizar el bienestar de personal adicional de emergencia.
112	Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad.	Hay coordinaciones preliminares con la Municipalidad distrital.	Articular el plan de respuesta hospitalario con los planes locales y regionales además de la Municipalidad
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	Se hace registro y censo de pacientes de emergencia, pero no hay procedimiento planificado para caso de desastre.	Diseñar procedimiento para un formato oficial de pacientes admitidos al Servicio de Emergencia en caso de desastre y mecanismos de difusión pública.
114	Sistema de referencia y contrarreferencia. Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	Se viene utilizando el sistema CENARUE-MINSA, pero se desbordaría en casos de desastre.	Fortalecer las capacidades actuales de referencias y contrarreferencias, con personal por 24 horas diarias y para estándares de desastre.
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>	Existe asignado el personal pero no el procedimiento ni el área delimitada para este efecto en caso de desastre.	Diseñar procedimiento, definir el área y hacer simulacros de información al público y la prensa.
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 sistema de retenes funciona pero no hay procedimiento ni fondos para caso de desastre.	Elaboración de Planes de Contingencia con presupuesto asignado.
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 el procedimiento para evacuación de personas y es conocido, pero su ejecución es incompleta. Falta procedimiento para evacuación de equipos críticos.	Fortalecer la participación en simulacros de evacuación de personas y crear dispositivos para evacuar equipos críticos.
118	Las rutas de emergencia y salida son accesibles. Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción.	La señalización está incompleta, hay pasillos obstruidos para la evacuación de personas, vehículos obstruyen la evacuación a la calle.	Completar la señalización, educar en no obstaculizar las rutas de evacuación y designar al responsable por área.

119	Ejercicios de simulación o simulacros. Verificar que los planes sean puestos a prueba regularmente mediante simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. <i>Los planes son puestos a prueba al menos una vez al año y son actualizados de acuerdo a los resultados de los ejercicios.</i>	Se realizan de acuerdo a los cronogramas programados por Defensa Civil – MINSA	Realizar ejercicio de simulación y simulacros en los diferentes turnos, con supervisión de DISA II Lima Sur – OGDN, incluyendo prácticas de recuperación operativa de áreas críticas.
-----	---	--	---

3. Planes de contingencia para atención médica en desastres.

ISH	ITEMS	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
120	Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos.	Cuentan con el Plan General para atención masiva de víctimas, carece de planes específicos.	Elaborar planes de contingencia específicos
121	Crisis sociales y terrorismo.	Utilizan el plan general	Elaborar plan de contingencia ante crisis sociales
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>	El Plan menciona que el personal de mantenimiento se encarga del incendio	Elaborar plan de contingencia ante incendios y explosiones que involucre a personal entrenado.
124	Emergencias químicas o radiaciones ionizantes. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	El plan no incluye procedimientos para emergencias químicas.	Elaborar plan de contingencia para emergencias químicas en coordinación con bomberos.
125	Agentes, con potencial epidémico. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	No dispone de plan de contingencia para epidemias (En el problema de Influenza H1N1 de 1999 se actuó en base a las disposiciones MINSA).	Elaborar plan de contingencias para epidemias (alerta de influenza, cólera y dengue)
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>	No dispone de plan.	Elaborar plan de contingencia de atención psicosocial en desastres
127	Control de infecciones intra-hospitalarias. Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	El procedimiento para desastres no está considerado en el plan respectivo.	Incluir procedimientos para desastres en el plan de control de infecciones intrahospitalarias.

4. Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres.

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 OCI (Organismo de Control Interno) no permite que se almacenen medicamentos, por lo que no cuentan con reserva para desastre.	Implementar kits de medicamentos e insumos para desastres según pautas de la OPS/OMS.
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>	La OCI no permite que se almacenen material y equipo, por lo que no cuentan con reserva para desastre	Implementar kits de material de curación y otros insumos para desastres

138	Instrumental. Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	La OCI no permite que se almacenen instrumental, por lo que no cuentan con reserva para desastre	Implementar reserva de instrumental para emergencias y desastres.
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>	Tanque central cubriría demanda masiva hasta por 72 horas, su recarga es al llamado (pero no se pudo comprobar)	Realizar ensayo de aprovisionamiento inmediato en forma inopinada
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>	Cuentan con 5 ventiladores en Emergencia, 6 en Cuidados Intensivos, 6 en Cuidados Intensivos Pediátricos y 8 en Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, pero reportan que son insuficientes para práctica cotidiana.	Ampliar dotación de ventiladores volumétricos, incluyendo reserva para desastres.
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>	Existen, podrían atender hasta 72 horas a una demanda normal, se verían rebasados en caso de demanda masiva	Ampliar dotación, incluyendo reserva para desastres.
142	Equipos para soporte de vida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Existen, podrían atender hasta 72 horas a una demanda normal, se verían rebasados en caso de demanda masiva	Ampliar dotación, incluyendo reserva para desastres.
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>	Se reportan limitaciones, el personal adquiere sus implementos de bioseguridad.	Ampliar dotación de implementos para epidemias, incluyendo reserva para desastres.
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>	Existen y se darían abasto por 72 horas en condiciones normales	Ampliar el número de coches de paro cardiorrespiratorio.
145	Tarjetas de triaje 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>	Hay pocas tarjetas de triaje.	Ampliar abastecimiento de tarjetas de triaje y capacitar en su uso.

Observaciones

El Hospital María Auxiliadora tiene una gran demanda cotidiana. Los espacios del Servicio de Emergencia y sus salas de operaciones serían insuficientes ante una demanda masiva por terremoto destructor.

Se dispone de presupuesto para desastres (PPR 068: “Reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”), sin embargo hay dificultades técnicas para su ejecución, por lo cual las áreas de expansión no han sido habilitadas adecuadamente y el COE adolece de algunos equipos.

Parte de la infraestructura del Hospital María Auxiliadora tiene más de 40 años y alterna con zonas de nueva construcción.

Existen áreas de expansión pero no hay recursos para abastecerlas, y en caso de colapso estructural del hospital no hay planes para el rescate del material y equipo necesario. La evacuación del personal y pacientes es un problema debido a lo angosto de las escaleras y la mala práctica de colocar camillas, balones de oxígeno y sillas de ruedas en los pasillos.

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

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

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

Organización Dispone su servicio de un plan específico de respuesta a desastre coordinado con el Plan de Respuesta a Emergencias y Desastres del Hospital
Personal Dispone su personal de una Tarjeta de Acción con los procedimientos individuales para respuesta en caso de desastre
Mitigación funcional Se han implementado medidas de mitigación funcional que reduzcan los efectos del impacto del terremoto y aseguren el funcionamiento resolutorio de sus instalaciones ocurrido el siniestro
Evacuación Han entrenado en la evacuación satisfactoria del personal hasta llegar al área segura especificada en su plan para garantizar la supervivencia del personal del área crítica
Local alterno Dispone de algún local o ambiente alterno (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 alterno 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 -alterno o externo (profesionales que no laboran en su hospital)- que pueda suplir al personal ausente en caso de desastre

Disponer de estos recursos permitiría mantener o recuperar la capacidad resolutoria para atención de Emergencias (Prioridades I:

Emergencia o Gravedad Súbita Extrema, y II: Urgencias Mayores, de la Norma Técnica MINSa 042); pero debe 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:

Tabla 9.3.1 Disponibilidad de mecanismos o recursos alternativos en las áreas críticas para recuperación funcional tras el impacto de un terremoto destructivo (a octubre de 2013)

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

La consulta reveló un nivel de disponibilidad actual:

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

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

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

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

Esta apreciación preliminar (cuya intención es solo de alerta) requiere un estudio técnico específico a cargo de la autoridad hospitalaria. No se conoce el índice de retorno del personal al hospital post desastre.

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 hacia otros establecimientos de salud. Tal procedimiento debe estar incluido en el plan de desastres.

Se indagó la disponibilidad de los mecanismos siguientes:

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

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

Autoridades entrevistadas en el hospital:

- Dr. José Fernando Naveda Valladares, Director General.
- Dr. Clemente Alva Pino, Jefe del Departamento de Emergencia.
- Dr. Fernando Munayco Martínez, Director de la Oficina de Gestión de Riesgos.
- Ing. Julián Alberto Pujaico Turpo, Director de la Oficina de Servicios Generales y Mantenimiento.

Coordinadores de la OGDN-MINSA:

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

9.3.4. Comentario Final

Este estudio de vulnerabilidad funcional se ha diseñado bajo la hipótesis de la ocurrencia de un terremoto seguido de tsunami, en el litoral central del Perú, cuya magnitud podría alcanzar 8 Mw; estudios anteriores 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 sufra

daños pero permita recuperar la función primordial de sus áreas críticas para mantener la atención de emergencias, o, que el colapso físico y funcional sea total y haya que evacuar los pacientes y personal herido sobrevivientes hacia otros establecimientos de salud.

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

- Comité Hospitalario de Desastres (“Comité Hospitalario de Defensa Civil”)
 - El Comité está formalizado y operativo, dispone de personal dedicado a la gestión del riesgo de desastres y de un local permanente aunque apartado de las áreas operativas.
 - Su vulnerabilidad es de nivel medio.
- Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.
 - Las instalaciones están sobreocupadas, se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación; las zonas de expansión no están abastecidas con agua, luz, oxígeno, aire comprimido, vacío y otras para operativizarlas en caso de desastre.
 - Su vulnerabilidad es alta.
- Planes de contingencia para atención médica de desastres.
 - Aunque están mencionados en el plan general de respuesta a desastres no están consignados en documentos específicos.
 - Su vulnerabilidad es alta.
- Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.
 - Cuenta solo con recursos para el uso cotidiano pues la norma nacional no permite mantener reserva de recursos.
 - Su vulnerabilidad es alta.
- El Servicio de Emergencia.
 - El área operativa está habitualmente sobreocupada, el espacio sería insuficiente para afrontar una situación de desastre.
 - Su vulnerabilidad es alta, más aún por ser un hospital de referencia para todo el Cono Sur.
- Otros servicios críticos del hospital.
 - Los espacios en general están sobreocupados y son muy difíciles de evacuar por el diseño arquitectónico y el excesivo número de ocupantes.
 - Su vulnerabilidad es alta.

Todo ello lleva a concluir que, a pesar del importante avance observado en la organización de la oficina de gestión de riesgos, 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 relación con la vulnerabilidad estructural y no estructural detectada.

Recomendaciones:

- a) Comité Hospitalario de Desastres (“Comité Hospitalario de Defensa Civil”). Fortalecer las tareas de gestión del riesgo de desastres con la ayuda personal, material y tecnológica requeridos.
- b) Plan Operativo para Desastres Internos y Externos. Evaluar y solucionar actuales limitaciones como estrechez de local, dificultades para la evacuación, habilitación 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. 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, reforzar el triaje y disponer de varios equipos para caso de desastre, potenciar los mecanismos de referencia.
- f) Otros servicios críticos del hospital. Ampliar espacios actuales, incrementar el número de especialistas, potenciar equipamientos, concertar flujos de pacientes graves, y asignar recursos materiales en mayor volumen.

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

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

inspecciones técnicas de seguridad para establecimientos de salud de la Defensa Civil.

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

9.4. Componente de Líneas Vitales

Instalaciones Sanitarias

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

- a) 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.
- b) Capacitación al personal de mantenimiento para respuesta en situaciones de desastres.
- c) Manual de procedimientos de operación de los sistemas de líneas vitales en situaciones de emergencia.
- d) Cambiar las tapas de los depósitos de agua.
- e) Habilitar el sistema hidroneumático para el adecuado funcionamiento de los aparatos sanitarios con válvula
- f) Habilitar los sistemas de agua contra incendio y agua caliente

Instalaciones Eléctricas

	SISTEMA ELECTRICO	CONCLUSIONES
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Se debe continuar con el mejoramiento de instalaciones eléctricas, ordenando técnicamente así como protegiendo y no tener cables expuestos instalar de acuerdo a norma del CNE
	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.	El Hospital debe contar con sistema redundante de energía el cual debe contar con su respectivo tablero de transferencia de capacidad menor no igual a 280 KVA
	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.	realizar mejoramiento y/o cambio de tableros eléctricos en áreas críticas implementar con llave protección de vida, realiza r mantenimiento y Levantar protocolos de medición de pozos a tierra para un mejor control de sobrecargas
	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc.	algunos equipos de iluminación requieren sujeción y/o aseguramiento de lámparas de iluminación en las rutas indicadas
	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	requiere ordenamiento y protección de cables eléctricos, así como eliminar instalaciones eléctricas improvisadas

Instalaciones Mecánicas

	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (DIESEL):	CONCLUSIONES
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	Realizar mantenimiento de válvulas, mangueras

Instalaciones Electromecánicas

	SISTEMAS DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN, AIRE ACONDICIONADO EN ÁREAS CRÍTICAS.	CONCLUSIONES
	Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.	Realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías que atraviesan juntas de dilatación
	Condición de tuberías, uniones y válvulas.	Realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías de tuberías, uniones y válvulas por antigüedad del hospital.

Instalaciones Especiales

	SISTEMA DE GASES MEDICINALES O ₂	CONCLUSIONES
	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	Asegurar con banda de sujeción balones de O ₂
	Ubicación apropiada de los recintos.	Reubicar dicha central
	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales	Protección falta bandas de sujeción, para evitar caídas, explosiones Recomendación: instalar bandas de sujeción en ubicaciones de balones de O ₂ que faltan.
	Seguridad apropiada de los recintos.	Reubicar tanques criogénicos en lo posible.

Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	CONCLUSIONES
	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga.	Ordenamiento y protección de cables de comunicación interna
	Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet,</i>	Implementar comunicaciones con teléfono satelital, y mejorar el ancho de banda en internet, establecer comunicaciones con todas las redes de primera respuesta en emergencias.
	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	Ordenamiento y protección de cables, para garantizar comunicación en emergencias.
	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.	Habilitar ambiente apropiado para comunicaciones para manejo de emergencias en desastres.
	Seguridad del sistema interno de comunicaciones.	Circuito de energía debe estar conectado a los circuitos de emergencia.

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

Una alternativa de solución para reducir la vulnerabilidad sísmica es la incorporación de muros de corte, que contribuyan a responder la demanda sísmica al corte ocasionada por un sismo severo y limitar las deformaciones de los elementos estructurales y no estructurales causadas por un sismo moderado y un sismo severo, con el propósito de garantizar la funcionabilidad de los servicios prestados por el hospital inmediatamente después que ocurra un sismo moderado o un sismo severo.

En las especificaciones técnicas del reforzamiento debe considerarse un concreto con una resistencia especificada a la compresión mínima de 210 kg/cm². Esta especificación es un valor establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones para los elementos estructurales sismorresistentes.

En las figuras 193 a 197 se muestran los esquemas preliminares en planta de la alternativa de incorporación de muros de corte de concreto armado en los bloques F, G, H, I y N.

En las figuras 198 y 199 se muestran los esquemas preliminares en planta de la solución con base en la incorporación de muros de corte de concreto armado en los bloques de siete pisos y sótano, C y D. En estos bloques se puede plantear alternativamente la inclusión de un sistema innovador con base en amortiguadores viscosos, lo que podrá ser evaluado en el proyecto de reforzamiento.

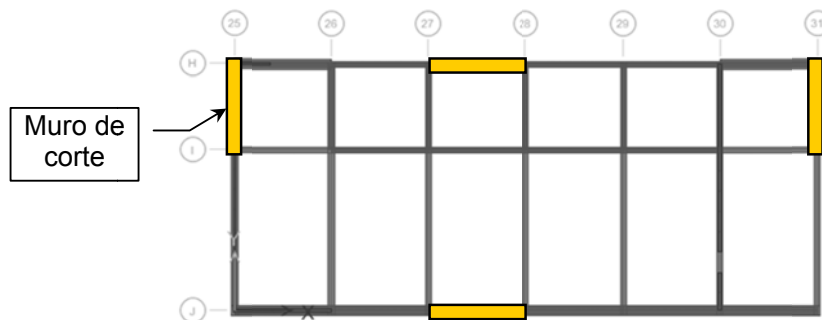


Figura 193. Esquema de reforzamiento en planta del bloque F.

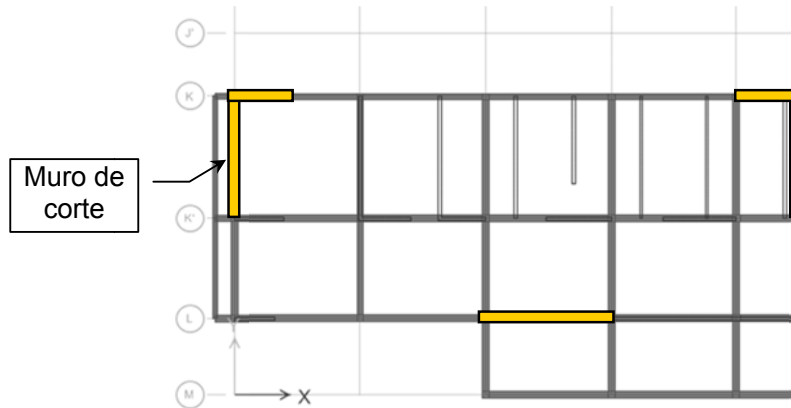


Figura 194. Esquema de reforzamiento en planta del bloque G.

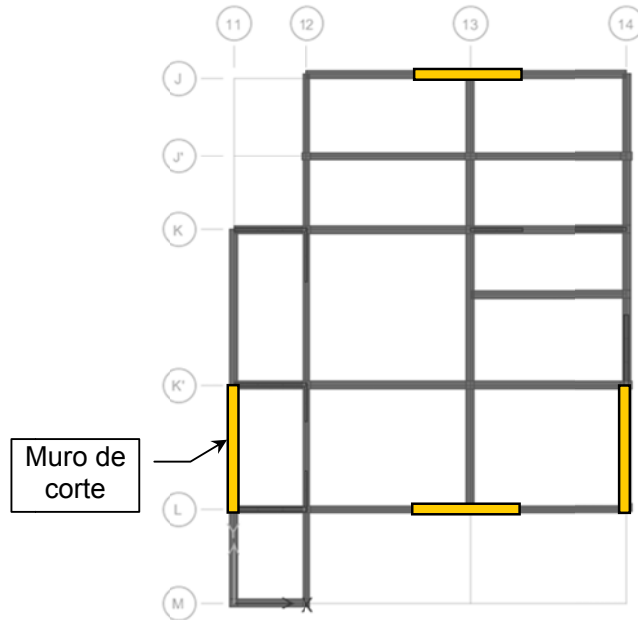


Figura 195. Esquema de reforzamiento en planta del bloque H.

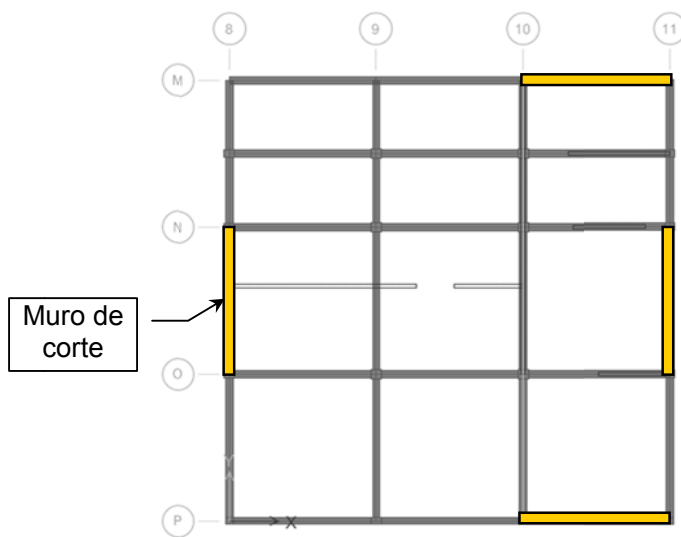


Figura 196. Esquema de reforzamiento en planta del bloque I.



Figura 197. Esquema de reforzamiento en planta del bloque N.

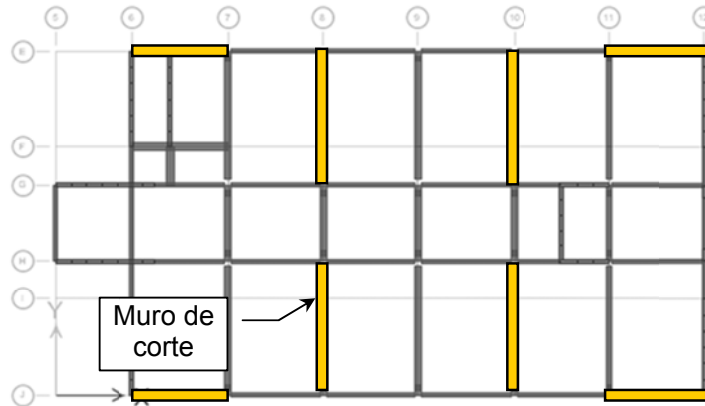


Figura 198. Esquema de reforzamiento en planta del bloque C.

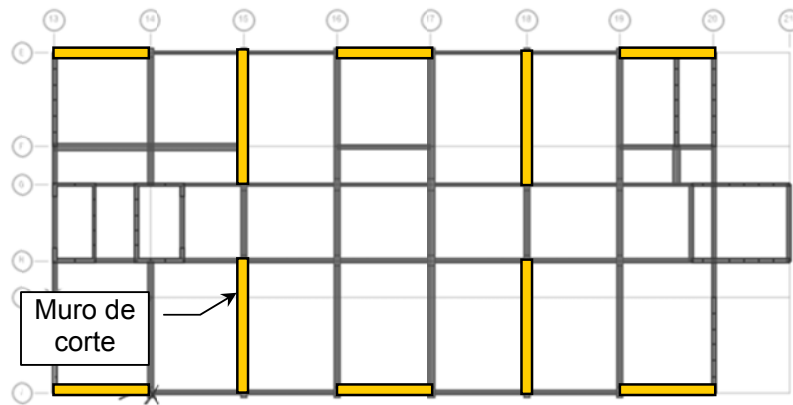


Figura 199. Esquema de reforzamiento en planta del bloque D.

El costo estimado para la intervención de los bloques F, G, H, I y N significaría un monto entre 10% a 20% de la construcción. En el caso de las torres principales C y D, la intervención sería mayor, por lo que el costo estimado podría ser alrededor de 30 % de la construcción. En términos globales, las intervenciones totales en las edificaciones podrían tener un costo estimado del orden del 20% de la construcción total, que equivale aproximadamente a un costo directo de S/. 5'500,000.



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Bard, P. (1998), Microtremor Measurements: A tool for site effect estimation? The effects of Surface Geology on Seismic Motion, Irikura, Kudo, Okada y Sasatani (eds.). 1251-1279.
- [2]. Flores, H.C.(2004), Método SPAC: Una alternativa para la Estimación de Modelos Velocidades en el Valle de México, Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- [3]. Lermo J., Rodríguez M., y Singh S. K. (1988), Natural period of sites in the valley of Mexico from microtremor measurements. *Earthquake Spectra*, (1988), 4, 805-814.
- [4]. Lermo, J. and F. J. Chavez-Garcia (1994). Are microtremors useful in site response evaluation? *Bull. Seism. Soc. Am.*, 83, 1350-1364.
- [5]. Miranda, E., y Reyes, C. (2002). Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness. *Journal of Structural Engineering ASCE/July*.
- [6]. Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. *Quarterly Report Railway Technology Research Institute*, Vol. 30. N° 3, 25-30.
- [7]. Norma Técnica E.020 Cargas – Reglamento Nacional de Edificaciones – 2006.
- [8]. Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente – Reglamento Nacional de Edificaciones – 2006.
- [9]. Norma Técnica E.060 Concreto Armado – Reglamento Nacional de Edificaciones – 2009.
- [10]. Norma Técnica E.070 Albañilería – Reglamento Nacional de Edificaciones – 2006.
- [11]. Omori, F. (1908). On Micro-Tremors..*Bull. Imperial Earth Investigation Committee of Tokyo*, Vol. II, 1-6.
- [12]. Proceedings of Evaluation of SRSND Simulator against Fragility Curves for Pisco Quake – Zavala, C., Aguilar, Z. y Estrada, M. - 8th International Conference on Urban Earthquake Engineering – March 7-8, 2011, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan - 2011.



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



ANEXOS



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



MEDICIÓN DE LA VIBRACIÓN AMBIENTAL EN LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

ANEXO I

FOTOS



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

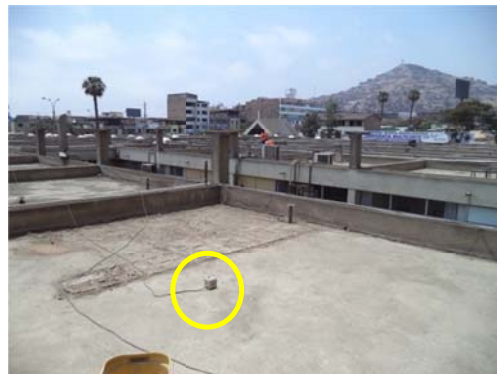


Figura AI-5. Punto 04



Figura AI-6. Punto 05



Figura AI-7. Punto 06

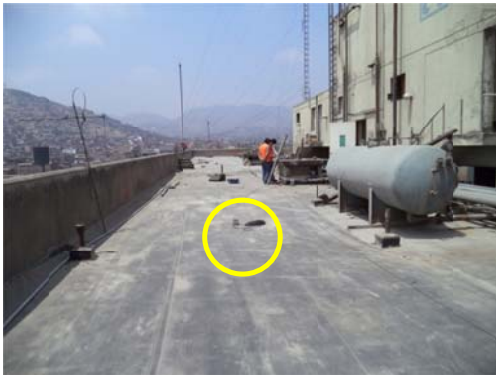


Figura AI-8. Punto 07



Figura AI-9. Punto 08



Figura AI-10. Punto 09



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



MEDICIÓN DE LA VIBRACIÓN AMBIENTAL EN LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

ANEXO II

REGISTROS DE MEDICIONES

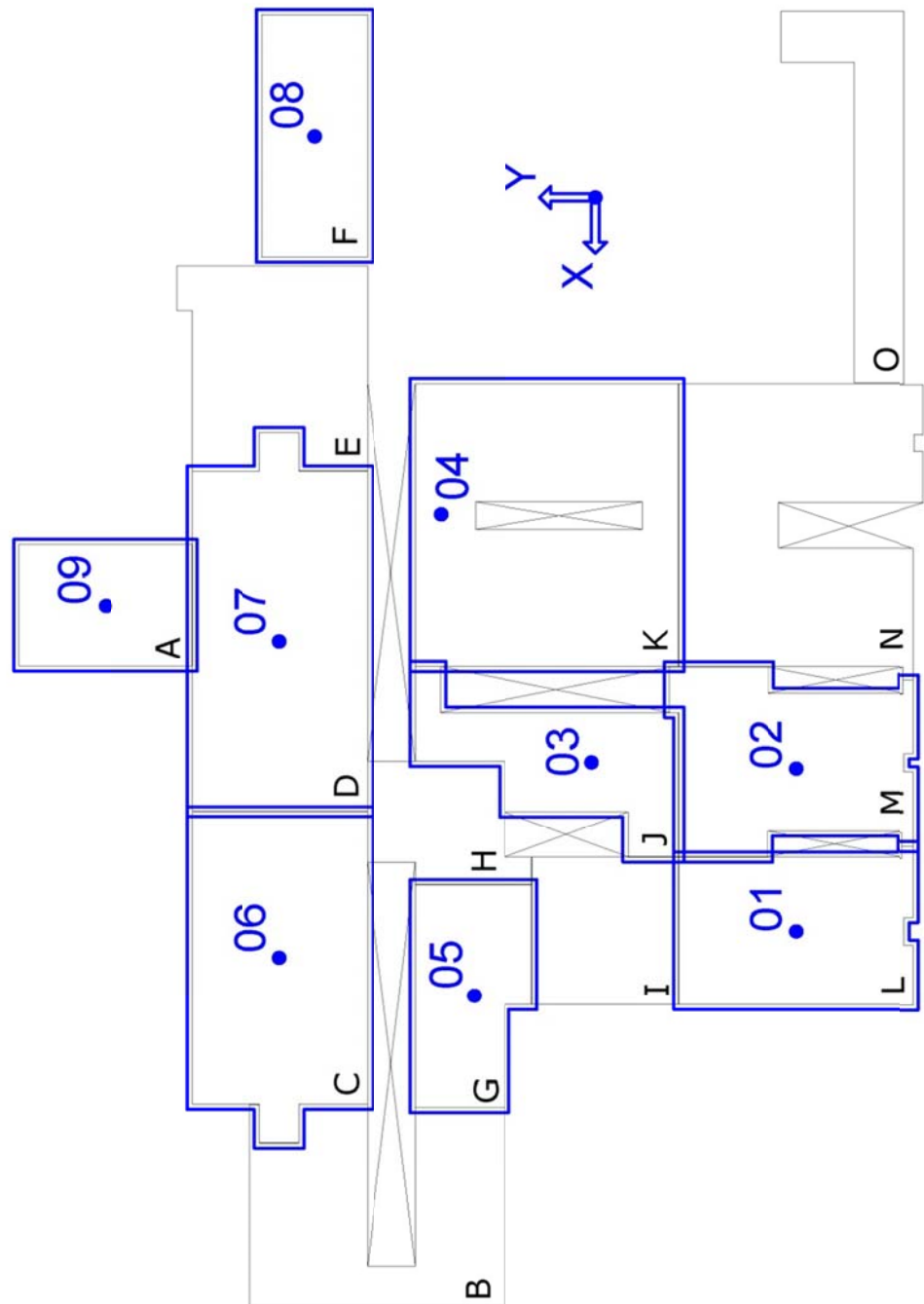


Figura AII-1. Ubicación de puntos de medición de microtremores.

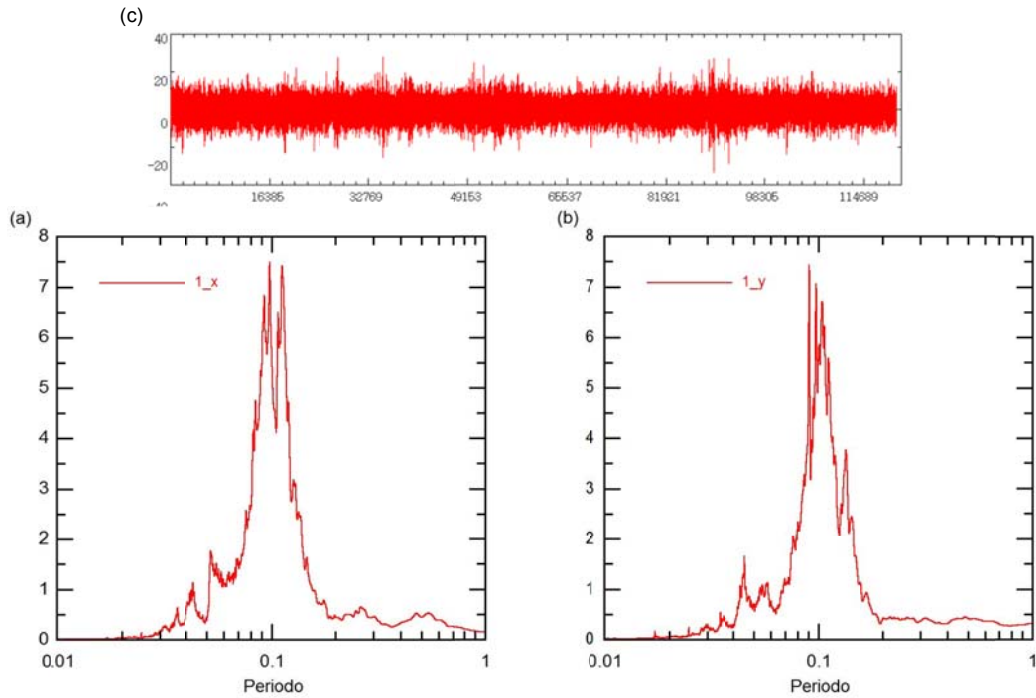


Figura AII-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

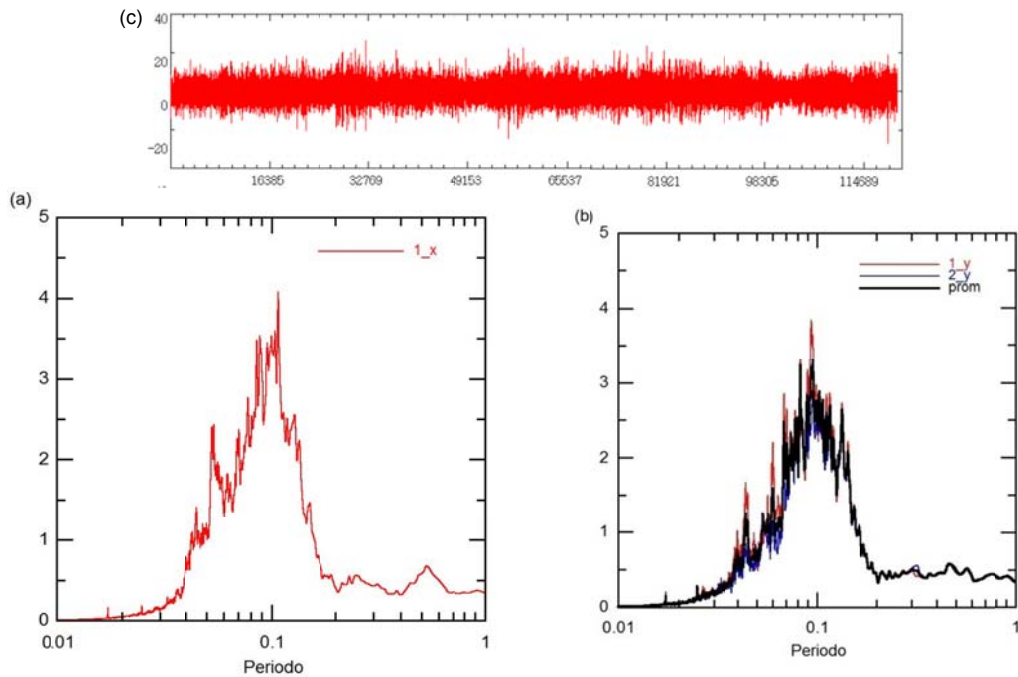


Figura AII-3. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02.

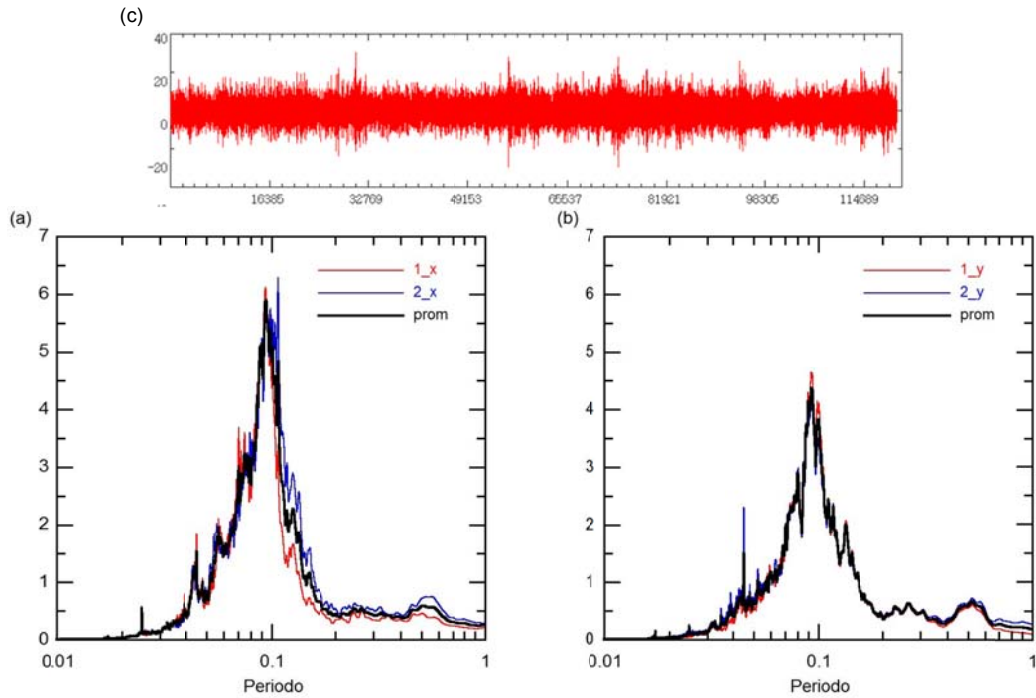


Figura AII-4. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03.

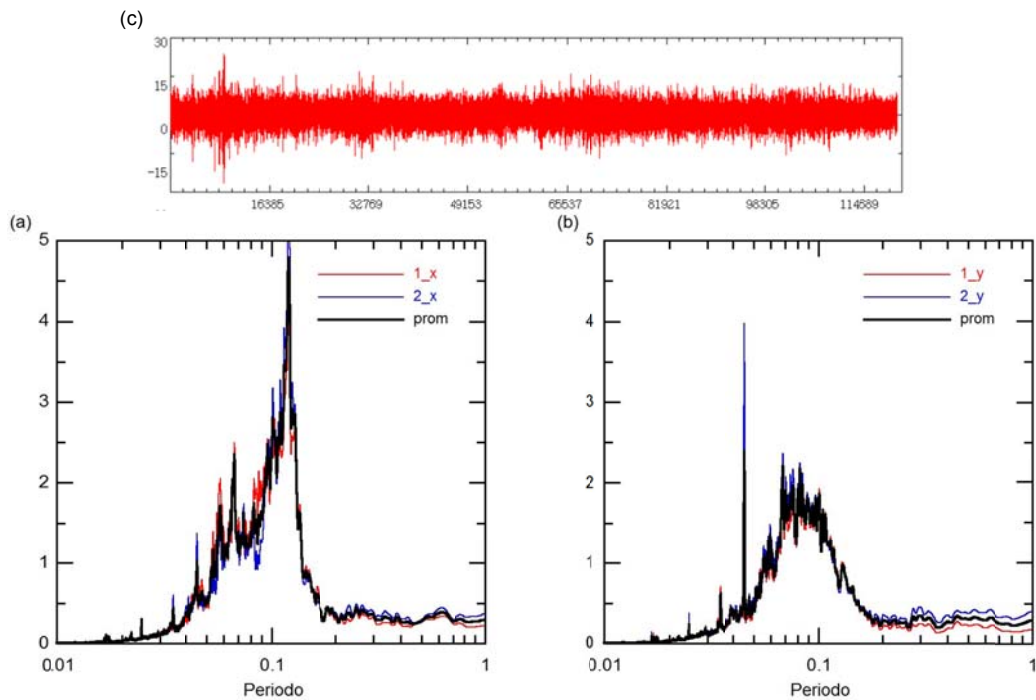


Figura AII-5. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 04.

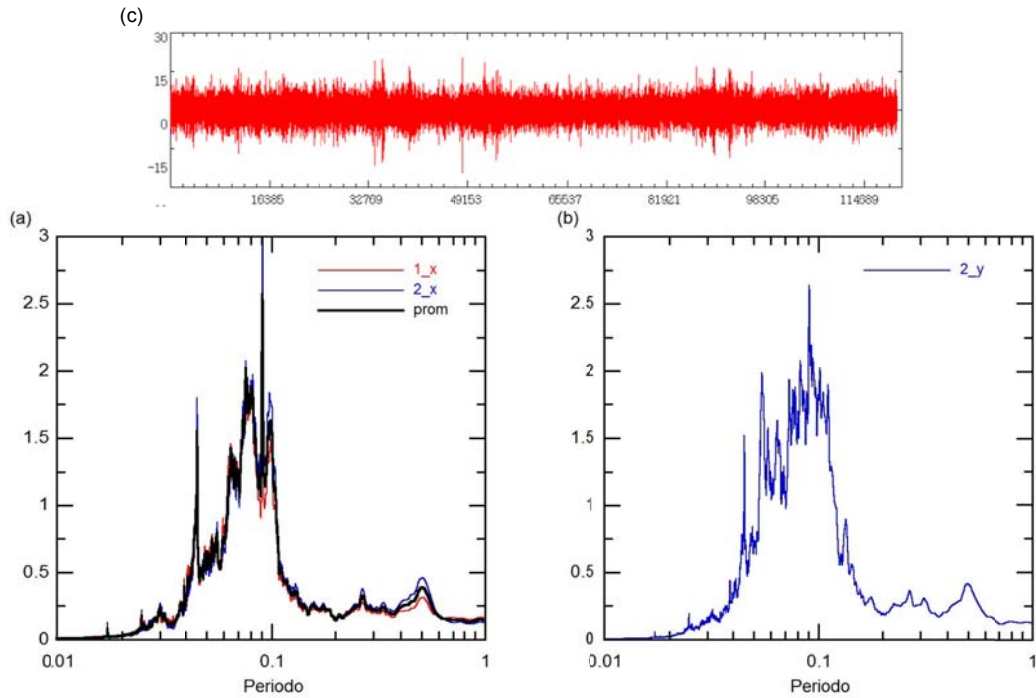


Figura AII-6. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 05.

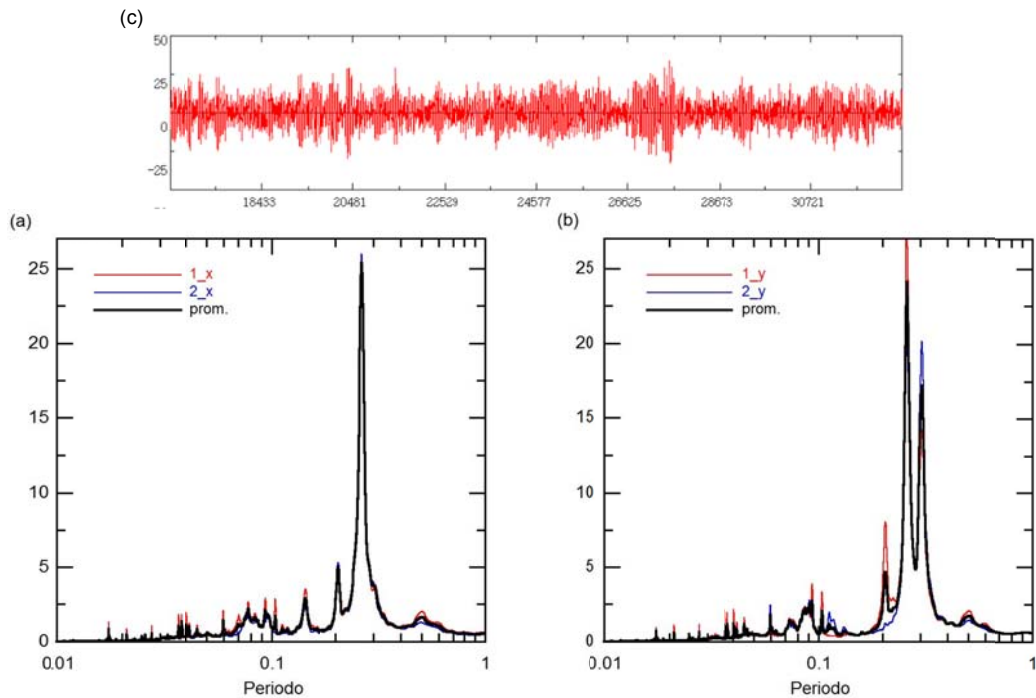


Figura AII-7. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 06.

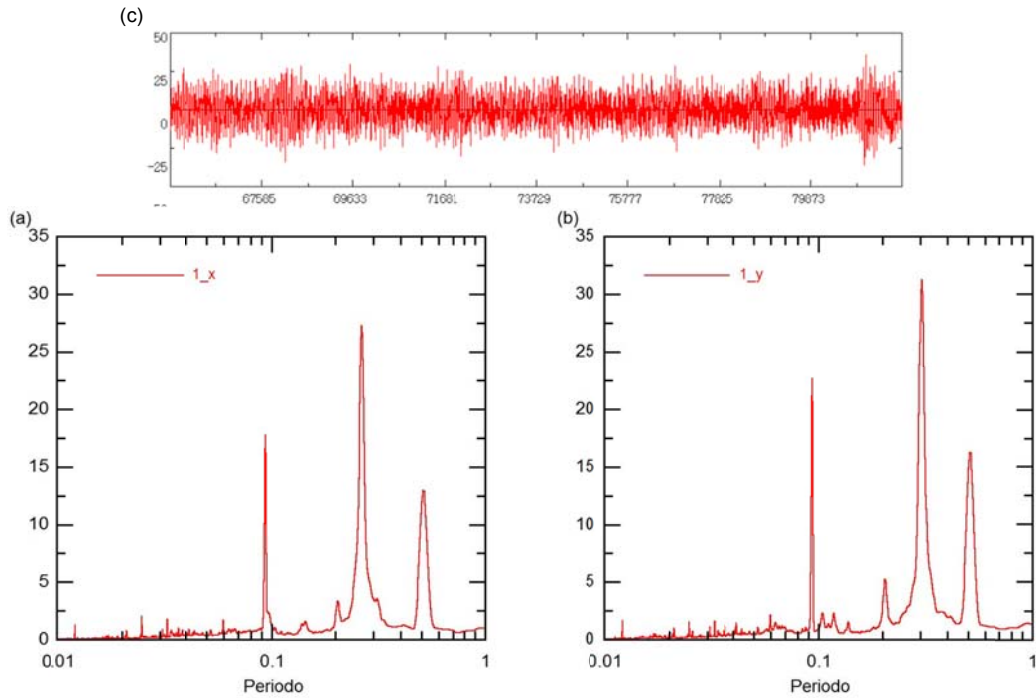


Figura AII-8. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 07.

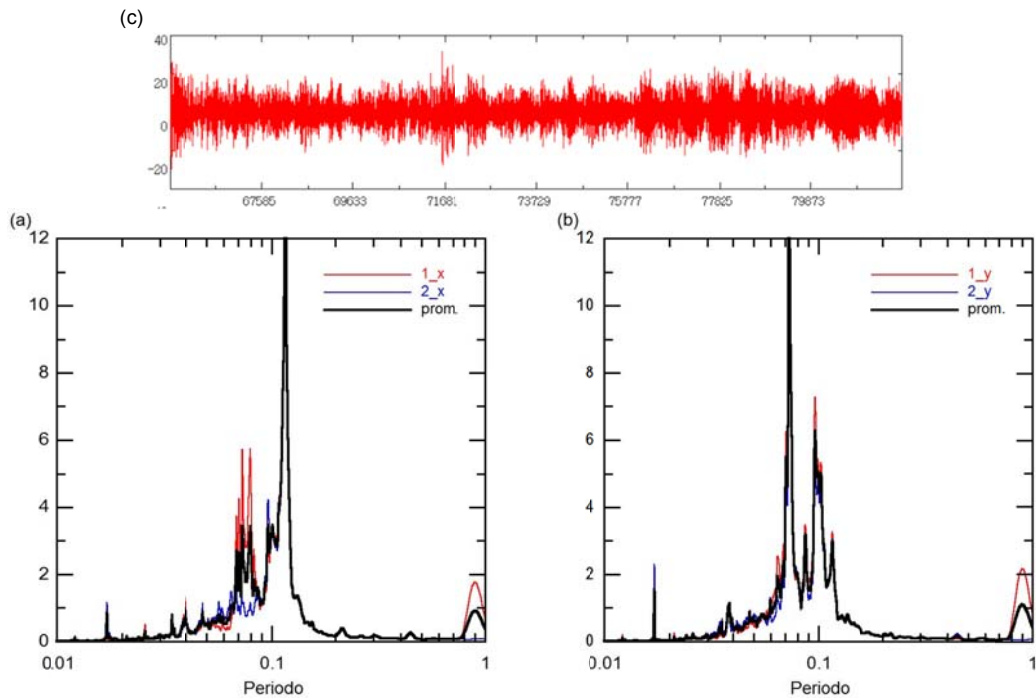


Figura AII-9. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 08.

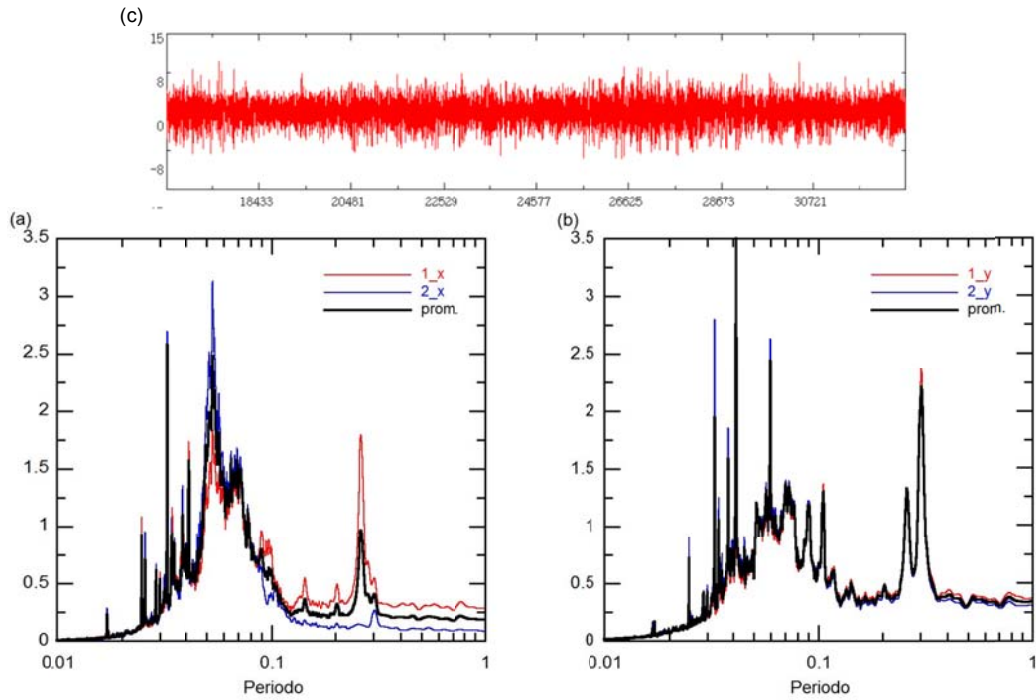


Figura AII-10. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 09.



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE MATERIALES DEL HOSPITAL EN ZONAS CRÍTICAS

ANEXO I

FOTOS



Foto 1. Extracción de núcleos de concreto



Foto 2. Extracción de muestras de acero y resane del concreto de la zona intervenida



Foto 3 Muestras de acero, antes y después del ensayo de tracción.



Foto 4 Ensayo de tracción de muestras de acero



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE MATERIALES DEL HOSPITAL EN ZONAS CRÍTICAS

ANEXO II

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

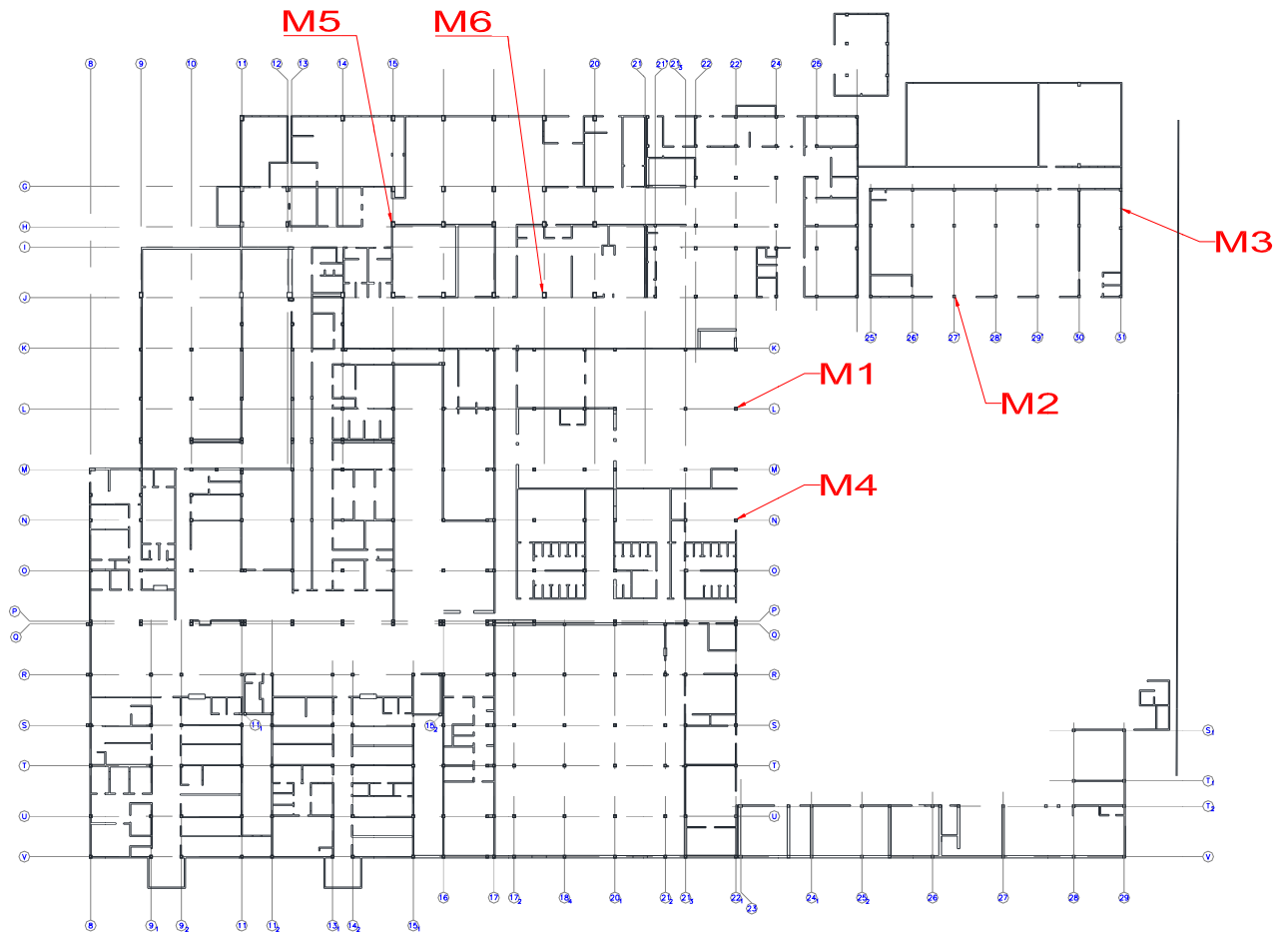


Figura 1. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el primer piso.

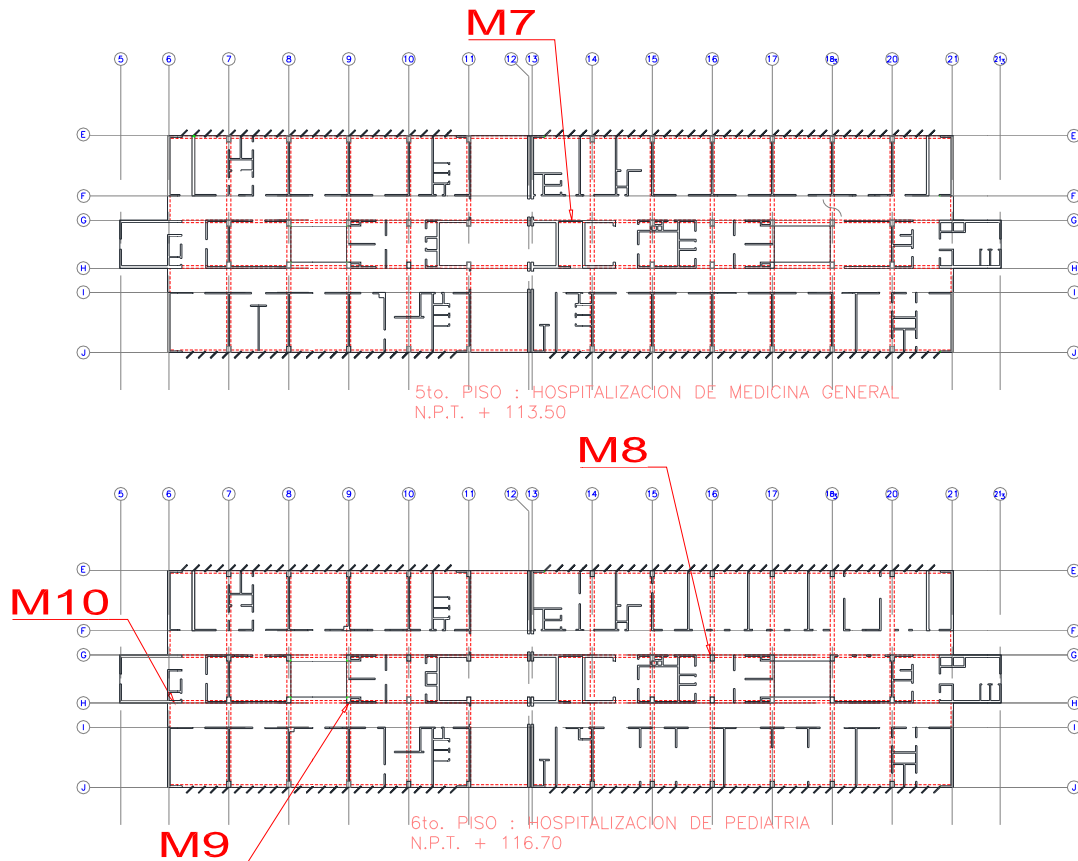


Figura 2. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el segundo piso.

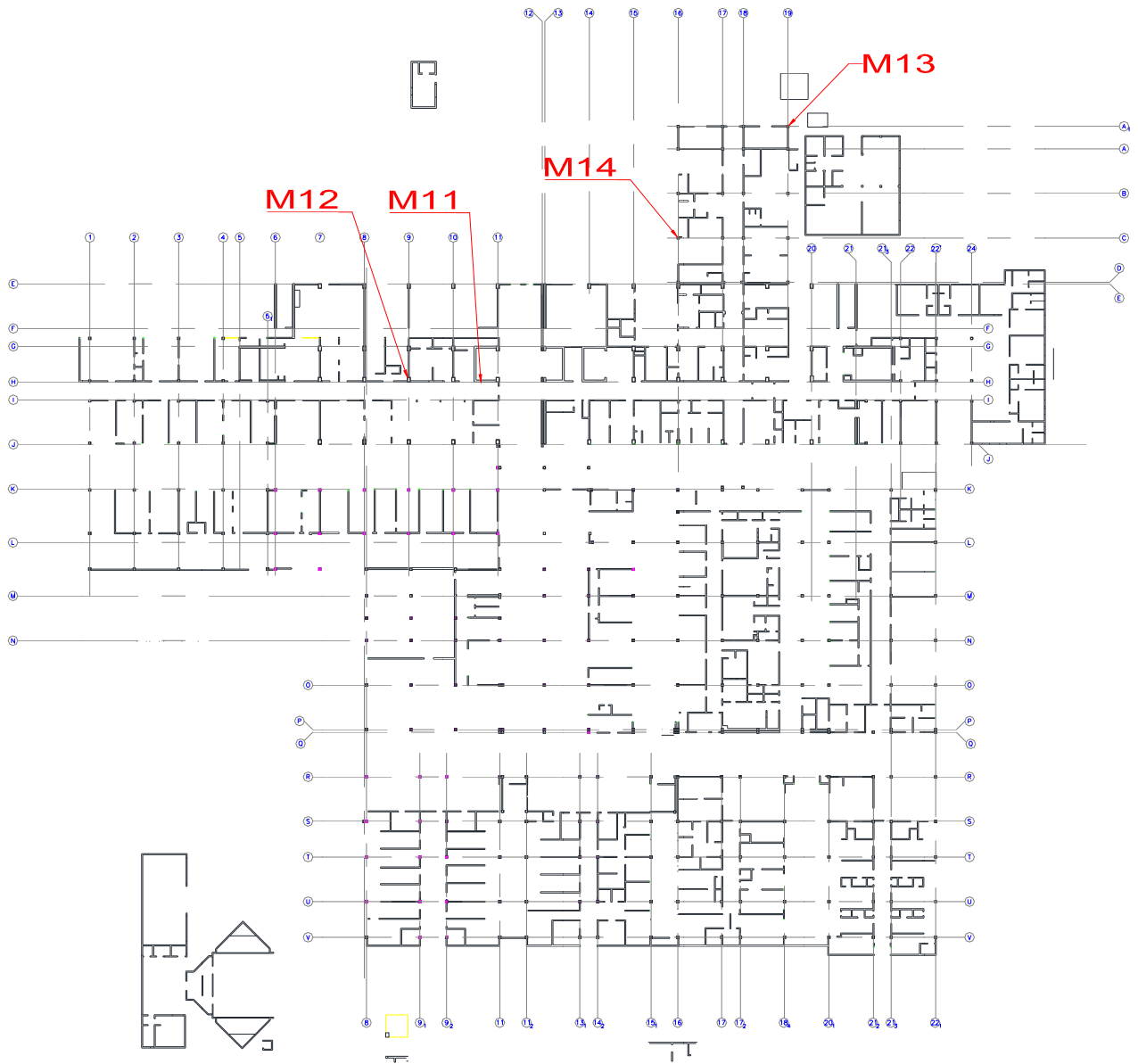


Figura 3. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto en el tercer piso.



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital María Auxiliadora
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha de ensayo: 19/11/2013

IDENTIFICACION	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Fecha de extracción	30/10/2013	30/10/2013	30/10/2013	30/10/2013	30/10/2013
Elemento Estructural	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	14.80	14.80	14.80	14.80	9.20
Diámetro (cm)	7.40	7.40	7.40	7.40	4.60
Área (cm²)	43.01	43.01	43.01	43.01	16.62
Carga (Kg)	10680	9990	13090	13080	4840
Resistencia (Kg/cm²)	248.3	232.3	304.4	304.1	291.2
Relación altura/diámetro	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Factor de corrección	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	248.3	232.3	304.4	304.1	291.2
Tipo de falla	Cono	Corte	Corte	Corte	Cono

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

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

Informe N° 09-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital María Auxiliadora
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha de ensayo: 19/11/2013

IDENTIFICACION	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
Fecha de extracción	30/10/2013	30/10/2013	30/10/2013	30/10/2013	30/10/2013
Elemento Estructural	Columna	Viga	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	9.10	8.20	8.20	14.80	14.80
Diámetro (cm)	4.60	7.40	7.40	7.40	7.40
Área (cm ²)	16.62	43.01	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	3040	14410	11780	11370	11830
Resistencia (Kg/cm ²)	182.9	335.1	273.9	264.4	275.1
Relación altura/diámetro	1.978	1.108	1.108	2.000	2.000
Factor de corrección	0.998	0.896	0.896	1.000	1.000
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm ²)	182.6	300.2	245.4	264.4	275.1
Tipo de falla	Columnar	Columnar	Cono	Columnar	Corte

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

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

Informe N° 14-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



PERÚ

Ministerio
de SaludESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
DE NUCLEOS DE CONCRETO**

Procedencia: Hospital María Auxiliadora
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha de ensayo: 19/11/2013

IDENTIFICACION	M-11	M-12	M-13	M-14
Fecha de extracción	30/10/2013	30/10/2013	30/10/2013	30/10/2013
Elemento Estructural	Placa	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	14.80	9.20	14.80	14.80
Diámetro (cm)	7.40	4.60	7.40	7.40
Área (cm²)	43.01	16.62	43.01	43.01
Carga (Kg)	9720	3650	10040	11840
Resistencia (Kg/cm²)	226.0	219.6	233.4	275.3
Relación altura/diámetro	2.000	2.000	2.000	2.000
Factor de corrección	1.000	1.000	1.000	1.000
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	226.0	219.6	233.4	275.3
Tipo de falla	Columnar	Columnar	Cono	Corte

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

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

Informe N° 14-2-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

Dr. Carlos 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



EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE MATERIALES DEL HOSPITAL EN ZONAS CRÍTICAS

ANEXO III

ENSAYOS DE TRACCIÓN EN BARRAS DE ACERO

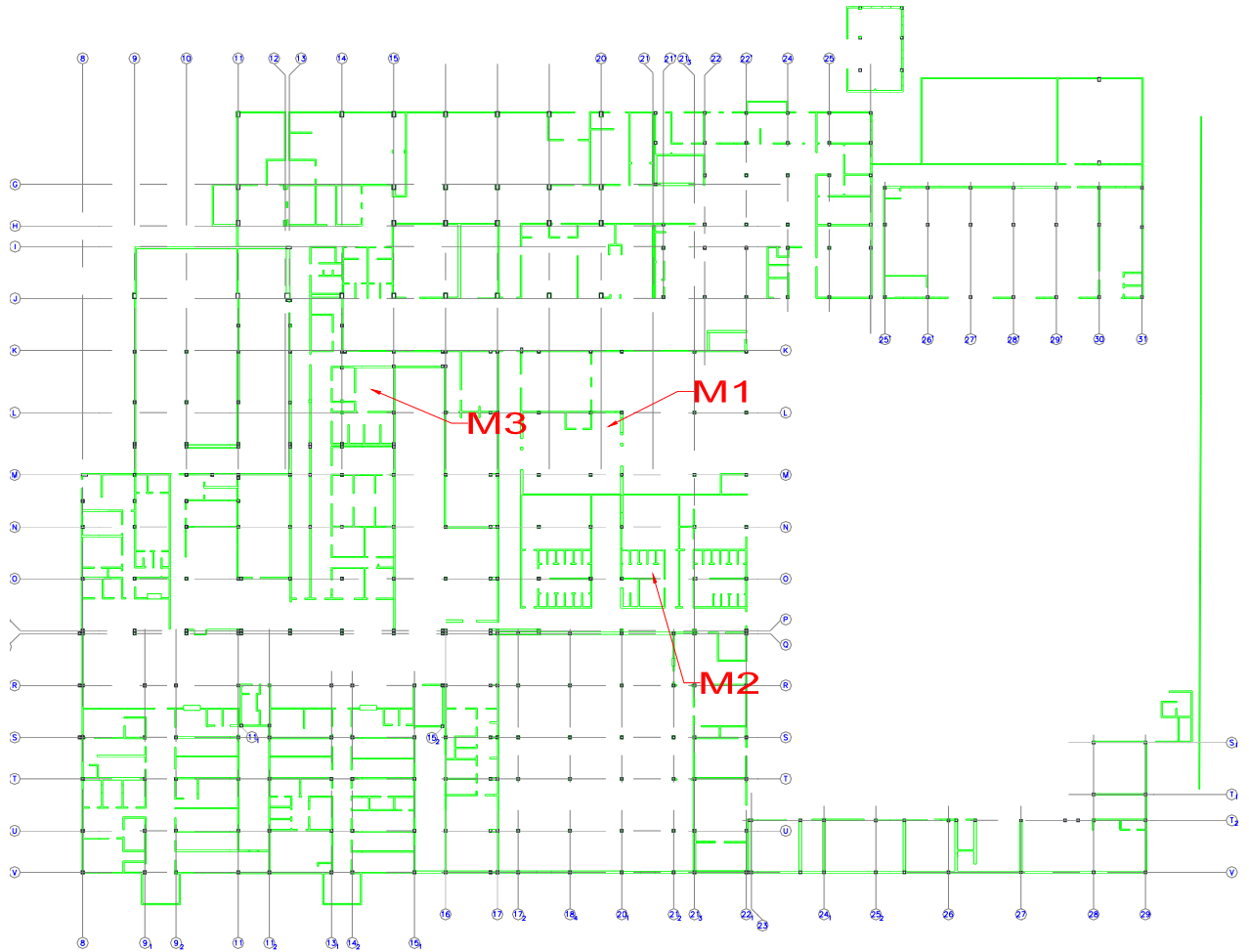


Figura 1. Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero M-1, M-2 y M-3.



PERÚ

Ministerio
de SaludESTUDIOS 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 María Auxiliadora
 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 traccion R (kg/cm ²)	R/fy
	Ø (cm)	Area (cm ²)		Fluencia	Maxima			
M1	1.2	1.13	0.94	5800	9300	5128	8222	2
M2	1.62	2.06	1.47	9300	14850	4511	7204	2
M3	1.60	2.01	1.44	9600	14750	4774	7335	1.5

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

Informe N° 23-CISMID/2013

Ensayo: LMLD/GABM

Dr. Carlos 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



AUSCULTACIÓN DE LA CIMENTACIÓN DEL HOSPITAL

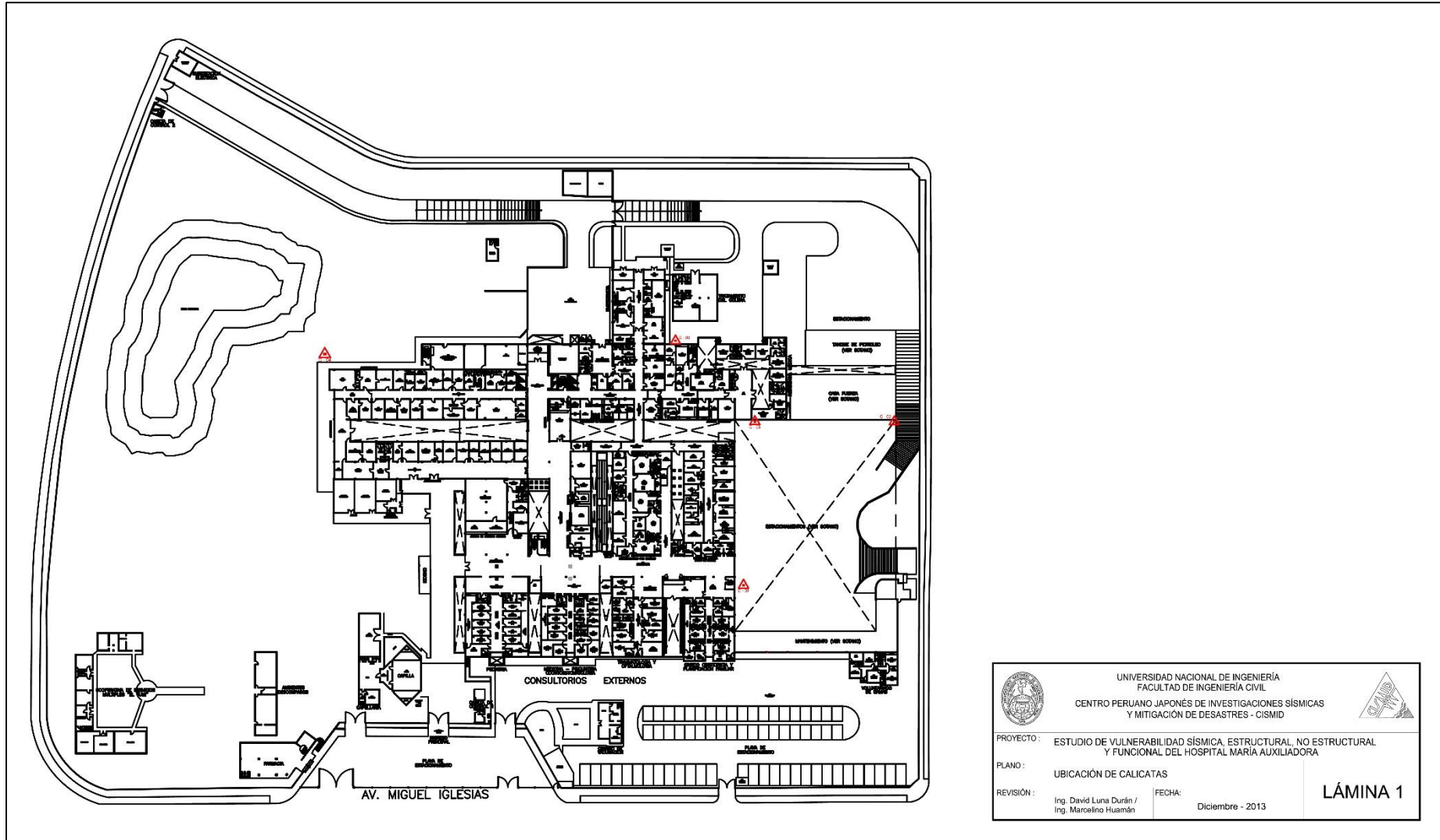
ANEXOS



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	AUSCULTACION GEOTECNICA DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL HOSPITAL GENERAL "MARIA AUXILIADORA"
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. MIGUEL IGLESIAS N° 968 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

CALICATA	C - 1	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	2.00	COORDENADAS		Realizado	TEC. M.A.B.
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	ING. MARCELINO HUAMAN

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	N° de Muestra	DESCRIPCION VISUAL-MANUAL DEL SUELO		Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				
0.15	0.15	S/M	Loza de Concreto		-	-	
0.35	0.20	S/M	Material de afirmado, conformado por Grava limosa con arena, color marron, humedo, de compacidad compacto, con presencia de gravas, cantos angulosos a subangulosos.		GM		
1.00	1.15	S/M	Relleno conformado por Arena limosa con grava, color marron, humedo, de compacidad firme, con preseccnia de gravas angulosas a subangulosas, restos de concreto, ladrillos y con bloques aislados.		SM		
1.50							
2.00	0.50	M - 1	Arena mal gradada con Limo y grava, color marron claro, humedo, de compacidad firme, con presencia de gravas, cantos angulosas a sub angulosas, bloques y boleos aislados.		SP-SM		
3.00							

Croquis



REGISTRO DE EXCAVACION

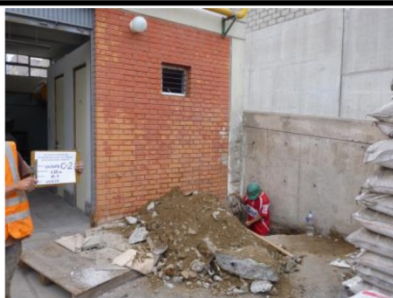
PROYECTO	AUSCULTACION GEOTECNICA DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL HOSPITAL GENERAL "MARIA AUXILIADORA"
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. MIGUEL IGLESIAS N° 968 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

CALICATA	C - 2	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	2.00	COORDENADAS		Realizado	TEC. M.A.B.
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	ING. MARCELINO HUAMAN

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	N° de Muestra	DESCRIPCION VISUAL-MANUAL DEL SUELO		Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				
0.15	0.15	S/M	Loza de Concreto		-	-	
0.35	0.20	S/M	Material de afirmado, conformado por Grava limosa con arena, color marron, humedo, de compacidad compacto, con presencia de gravas, cantos angulosos a subangulosos.		GM		
1.00	1.25	S/M	Relleno conformado por Arena limosa con grava, color marron, humedo, de compacidad firme, con preseccnia de gravas angulosas a subangulosas, restos de concreto, ladrillos y con bloques aislados.		SM		Presencia de tubería metálica, corroida (red de desagüe)
2.00	0.40	M - 1	Arena mal gradada con Limo y grava, color marron claro, humedo, de compacidad firme, con presencia de gravas, cantos angulosas a sub angulosas, bloques y boleos aislados. Con Densidad Seca $\gamma_s = 1.66 \text{ gr/cm}^3$, Contenido de Humedad $\omega = 2.7 \%$, Angulo de Friccion $\phi = 29^\circ$, Cohesion $c = 0.0 \text{ kg/cm}^2$.		SP-SM		Se toma una muestra para Ensayo Químico a la profundidad de 2.00 m.
3.00							

Croquis

Foto :



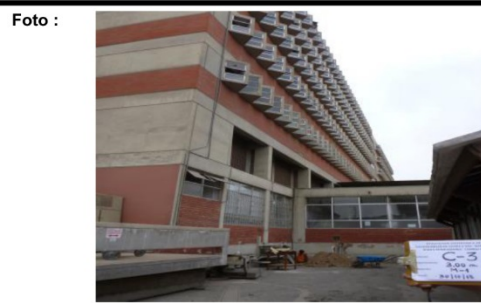
REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	AUSCULTACION GEOTECNICA DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL HOSPITAL GENERAL "MARIA AUXILIADORA"
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. MIGUEL IGLESIAS N° 968 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

CALICATA	C - 3	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	3.00	COORDENADAS		Realizado	TEC. M.A.B.
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	ING. MARCELINO HUAMAN

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	N° de Muestra	DESCRIPCION VISUAL-MANUAL DEL SUELO		Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				
0.10	0.10	S/M	Loza de Concreto		-	-	
0.30	0.20	S/M	Material de afirmado, conformado por Grava limosa con arena, color marron, humedo, de compacidad compacto, con presencia de gravas, cantos angulosos a subangulosos.		GM		
1.00	2.20	S/M	Relleno conformado por Arena limosa con grava, color marron, humedo, de compacidad firme, con presección de gravas, cantos angulosas a subangulosas, bloques y boleos aislados.		SM		
2.00							
2.50							
3.00	0.50	M - 1	Arena mal gradada con Limo y grava, color marron claro, humedo, de compacidad firme, con presencia de gravas, cantos angulosas a subangulosas, bloques y boleos aislados.		SP-SM		

Croquis



REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	AUSCULTACION GEOTECNICA DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL HOSPITAL GENERAL "MARIA AUXILIADORA"
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. MIGUEL IGLESIAS N° 968 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

CALICATA	C - 4	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	2.00	COORDENADAS		Realizado	TEC. M.A.B.
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	ING. MARCELINO HUAMAN

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	N° de Muestra	DESCRIPCION VISUAL-MANUAL DEL SUELO		Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				
0.10	0.10	S/M	Loza de Concreto		-	-	
0.30	0.20	S/M	Material de afirmado, conformado por Grava limosa con arena, color marron, humedo, de compacidad compacto, con presencia de gravas, cantos angulosos a subangulosos.		GM		
1.00 1.10	0.80	M - 1	Grava mal gradada producto de la alteracion de la Roca (Lutita), color marron con intercalaciones grisaceas, humedo, de compacidad suelto, con gravas, cantos, boleos angulosos.		GP		
2.00	1.00	S/M	Roca Alterada (Lutita)		ROCA		
3.00							

Croquis



REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	AUSCULTACION GEOTECNICA DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL HOSPITAL GENERAL "MARIA AUXILIADORA"
SOLICITANTE	CISMID - UNI
UBICACIÓN	AV. MIGUEL IGLESIAS N° 968 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

CALICATA	C - 5	LUGAR		Fecha	OCTUBRE - 2013
Prof. Total (m)	2.00	COORDENADAS		Realizado	TEC. M.A.B.
Prof. N. F. (m)	N.P			Revisado	ING. MARCELINO HUAMAN

Prof. (mt.)	Esp. Estr.	N° de Muestra	DESCRIPCION VISUAL-MANUAL DEL SUELO		Clasif. SUCS	SIMBOLOGIA	Observaciones
			Clasificación técnica; forma del material granular; color, contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: Presencia de oxidaciones, material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.				
0.20		S/M	Loza de Concreto		-	-	
0.50		S/M	Material de afirmado, conformado por Grava limosa con arena, color marron, humedo, de compacidad compacto, con presencia de gravas, cantos angulosos a subangulosos.		GM		
1.00		S/M	Relleno conformado por Grava mal gradada a Grava limosa con arena, color marron, humedo, de compacidad firme, con gravas, cantos, boleos angulosas a sub angulosas, restos de ladrillos, concreto		GP-GM		
2.00		M - 1	Arena mal gradada con Limo, color marron claro, humedo, de compacidad firme, con presencia de gravas, cantos aisladas angulosas a sub angulosas.		SP-SM		
3.00							

Croquis





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG13-304 Fecha : Diciembre, 2013
Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital María Auxiliadora

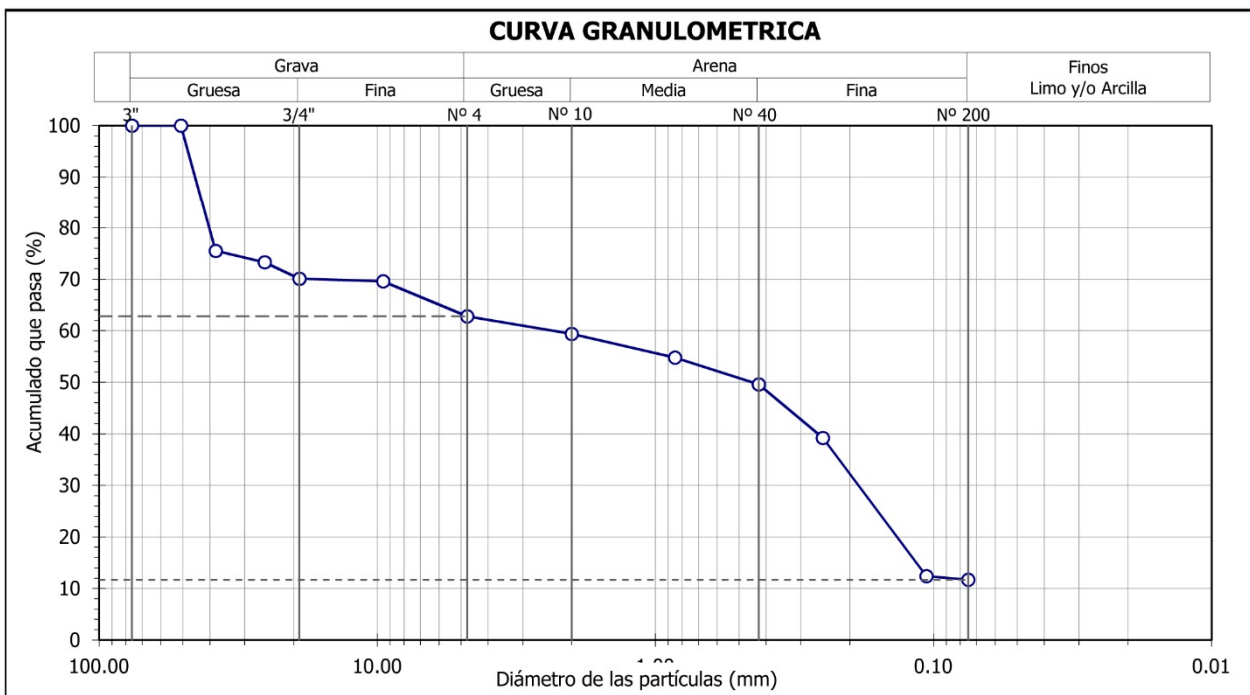
Ubicación : Av. Miguel Iglesias N° 968, Dist. San Juan de Miraflores, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 1 Hoja : 1 de 1
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 1.50 - 2.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	75.5
1"	25.400	73.3
¾"	19.050	70.1
3/8"	9.525	69.6
Nº 4	4.750	62.8
Nº 10	2.000	59.4
Nº 20	0.850	54.8
Nº 40	0.425	49.6
Nº 60	0.250	39.2
Nº 140	0.106	12.4
Nº 200	0.075	11.7

Contenido de humedad - D2216		(%)	3.3
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	NP
	Límite Plástico D4318	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		---
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		---
	Grava [N° 4 < ϕ < 3"]	(%)	37.2
	Arena [N° 200 < ϕ < N° 4]	(%)	51.1
	Finos [ϕ < N° 200]	(%)	11.7

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
A-1b (0)	SP - SM
Arena mal gradada con limo y grava	





PERÚ

Ministerio de Salud

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



ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

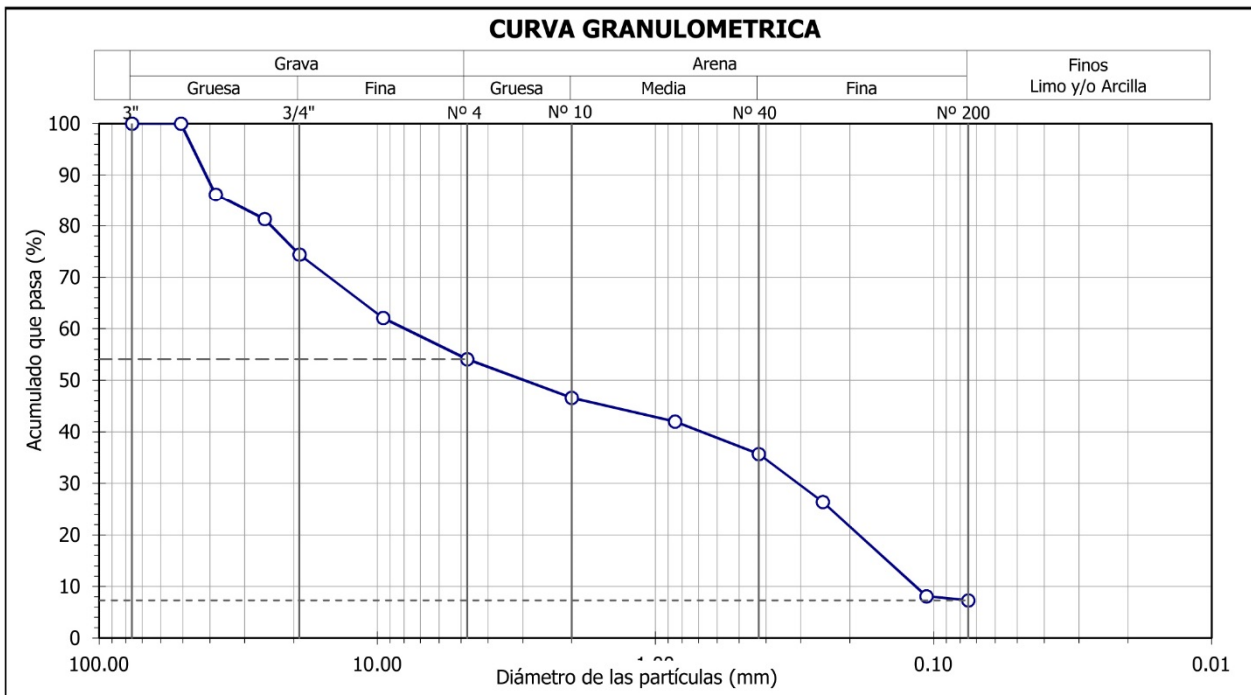
Informe : LG13-304 Fecha : Diciembre, 2013
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital María Auxiliadora
 Ubicación : Av. Miguel Iglesias N° 968, Dist. San Juan de Miraflores, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 2 Hoja : 1 de 1
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 1.60 - 2.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	86.2
1"	25.400	81.3
¾"	19.050	74.4
3/8"	9.525	62.1
Nº 4	4.750	54.1
Nº 10	2.000	46.6
Nº 20	0.850	42.0
Nº 40	0.425	35.7
Nº 60	0.250	26.4
Nº 140	0.106	8.1
Nº 200	0.075	7.3

Contenido de humedad - D2216		(%)	2.4
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	NP
	Límite Plástico D4318	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		68.8
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		0.1
	Grava [N° 4 < φ < 3"]	(%)	45.9
	Arena [N° 200 < φ < N° 4]	(%)	46.8
	Finos [φ < N° 200]	(%)	7.3

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
A-1b (0)	SP - SM
Arena mal gradada con limo y grava	





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG13-304 Fecha : Diciembre, 2013
Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital María Auxiliadora

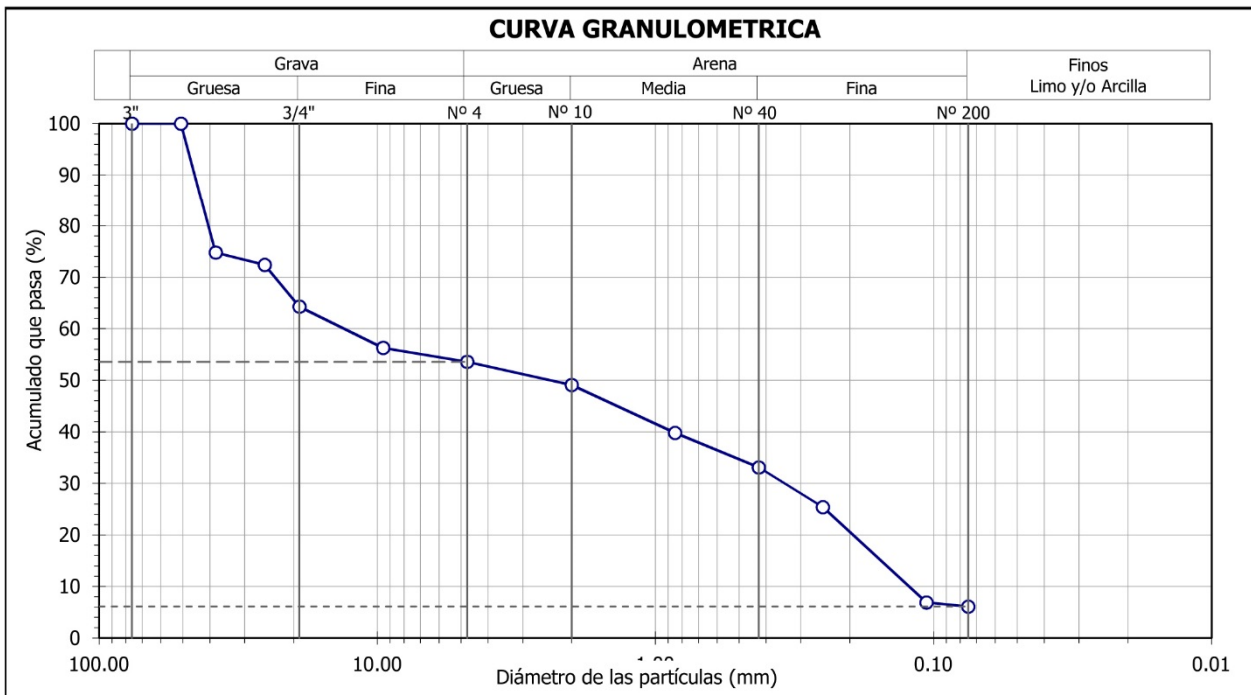
Ubicación : Av. Miguel Iglesias N° 968, Dist. San Juan de Miraflores, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 3 Hoja : 1 de 1
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 2.50 - 3.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	74.8
1"	25.400	72.4
¾"	19.050	64.3
3/8"	9.525	56.3
Nº 4	4.750	53.6
Nº 10	2.000	49.1
Nº 20	0.850	39.8
Nº 40	0.425	33.1
Nº 60	0.250	25.4
Nº 140	0.106	6.9
Nº 200	0.075	6.1

Contenido de humedad - D2216		(%)	4.2
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	19
	Límite Plástico D4318	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		106.9
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		0.1
	Grava [N° 4 < φ < 3"]	(%)	46.4
	Arena [N° 200 < φ < N° 4]	(%)	47.5
	Finos [φ < N° 200]	(%)	6.1

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
A-1b (0)	SP - SM
Arena mal gradada con limo y grava	





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FÍSICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG13-304 Fecha : Diciembre, 2013
Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital María Auxiliadora

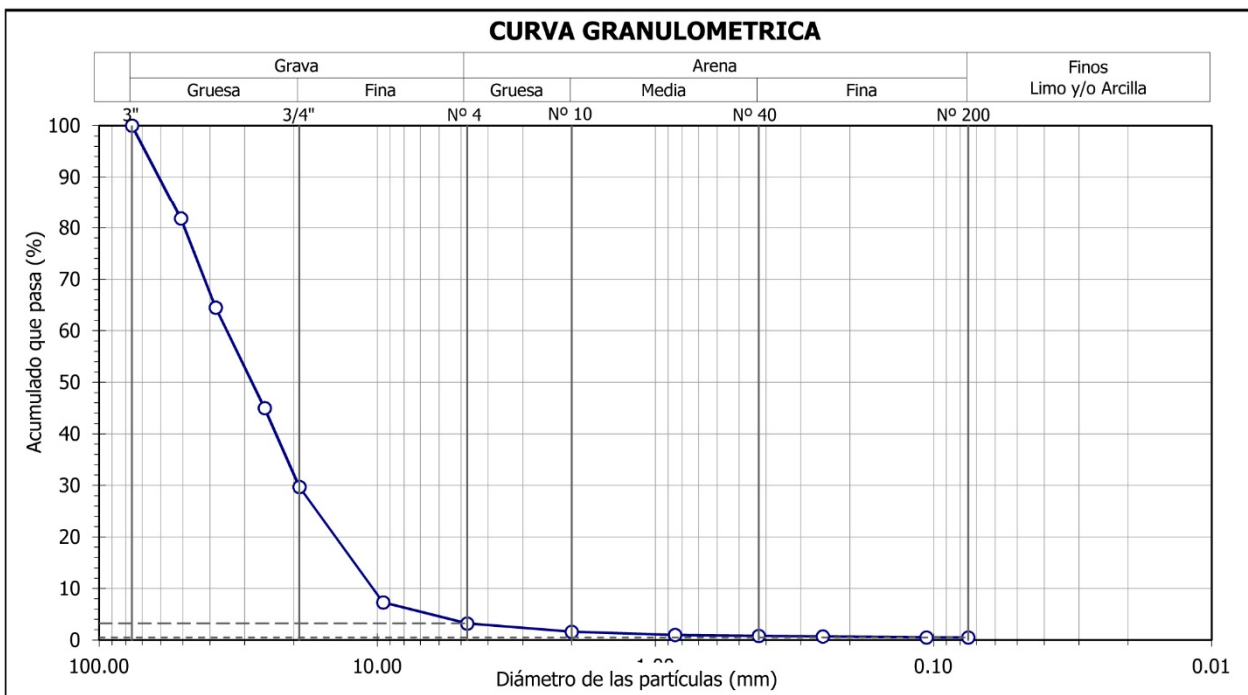
Ubicación : Av. Miguel Iglesias N° 968, Dist. San Juan de Miraflores, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 4 Hoja : 1 de 1
Muestra : M - 1
Profundidad (m) : 1.10 - 2.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	81.8
1½"	38.100	64.5
1"	25.400	45.0
¾"	19.050	29.7
3/8"	9.525	7.3
Nº 4	4.750	3.2
Nº 10	2.000	1.6
Nº 20	0.850	1.0
Nº 40	0.425	0.8
Nº 60	0.250	0.7
Nº 140	0.106	0.5
Nº 200	0.075	0.5

Contenido de humedad - D2216		(%)	1.8
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	NP
	Límite Plástico D4318	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
	Límite de Contracción - D427	(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		3.4
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		1.0
	Grava [N° 4 < ϕ < 3"]	(%)	96.8
	Arena [N° 200 < ϕ < N° 4]	(%)	2.7
	Finos [ϕ < N° 200]	(%)	0.5

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
A-1a (0)	GP Grava mal gradada





ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG13-304 Fecha : Diciembre, 2013
 Solicitante : MINISTERIO DE SALUD
 Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital María Auxiliadora

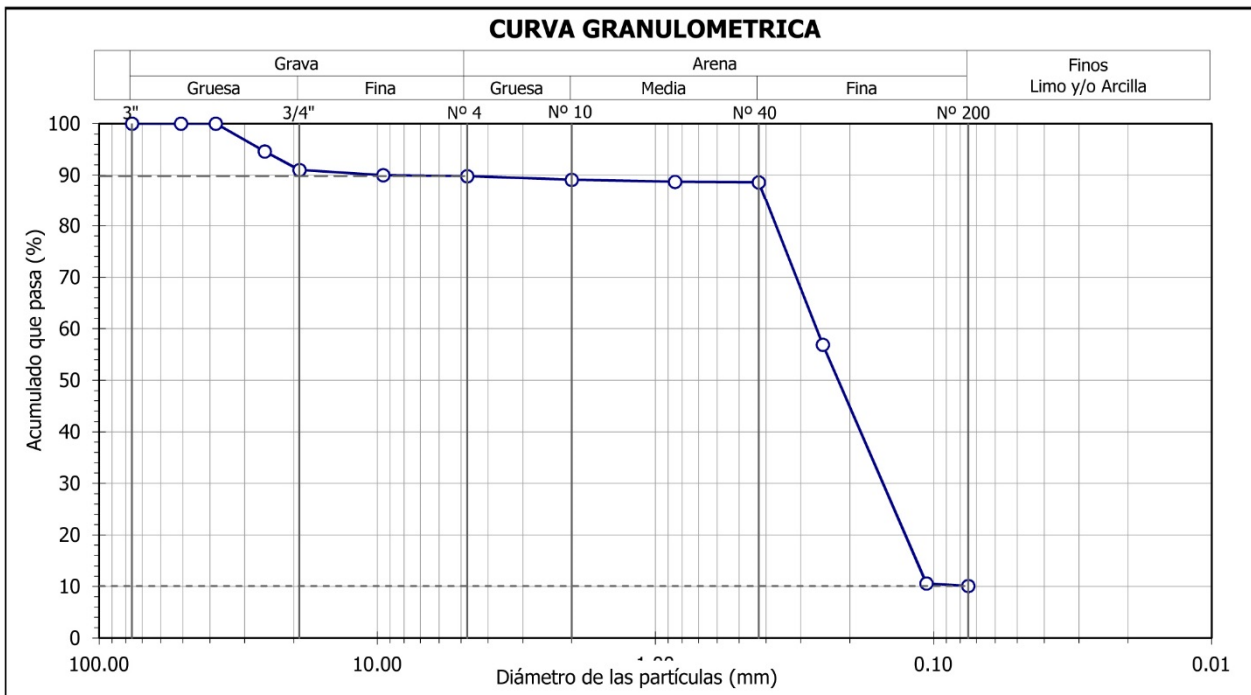
Ubicación : Av. Miguel Iglesias N° 968, Dist. San Juan de Miraflores, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 5 Hoja : 1 de 1
 Muestra : M - 1
 Profundidad (m) : 1.10 - 2.00

Granulometría por tamizado - D422		
Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	100.0
1½"	38.100	100.0
1"	25.400	94.6
¾"	19.050	91.0
3/8"	9.525	90.0
Nº 4	4.750	89.8
Nº 10	2.000	89.1
Nº 20	0.850	88.7
Nº 40	0.425	88.6
Nº 60	0.250	56.9
Nº 140	0.106	10.6
Nº 200	0.075	10.1

Contenido de humedad - D2216		(%)	2.7
Límites de consistencia	Límite Líquido	(%)	NP
	Límite Plástico D4318	(%)	NP
	Índice de Plasticidad	(%)	NP
Límite de Contracción - D427		(%)	---
Resultados de granulometría por tamizado	Coeficiente de Uniformidad (Cu)		---
	Coeficiente de Curvatura (Cc)		---
	Grava [N° 4 < ϕ < 3"]	(%)	10.2
	Arena [N° 200 < ϕ < N° 4]	(%)	79.7
Finos [ϕ < N° 200]		(%)	10.1

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
A-2-4 (0)	SP - SM
Arena mal gradada con limo	





ENSAYOS DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

Informe : LG13-304

Fecha : Diciembre, 2013

Solicitante : MINISTERIO DE SALUD

Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital María Auxiliadora

Ubicación : Av. Miguel Iglesias N° 968, Dist. San Juan de Miraflores, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 2

Velocidad : 0.50 mm/min

Muestra : M - 1

AASHTO : A-1b (0)

Prof. (m) : 1.60 - 2.00

SUCS : SP - SM / Arena mal gradada con limo y grava

Estado : Remoldeado

Hoja : 1 de 4

ESFUERZO NORMAL : 1 kg/cm²

Datos del espécimen

Diámetro : 6 cm

Altura : 2 cm

Contenido de humedad

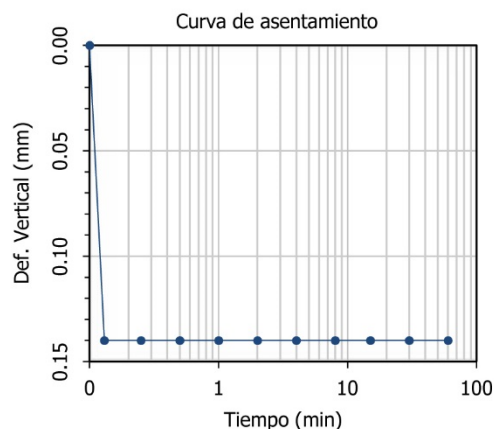
Humedad : 2.7 %

Aplicación del esfuerzo normal

Tiempo (min)	Deform. Vertical (mm)	Altura (mm)	Densidad seca (g/cm ³)
0	0.000	20.000	1.660
0.13	0.140	19.860	1.672
0.25	0.140	19.860	1.672
0.5	0.140	19.860	1.672
1	0.140	19.860	1.672
2	0.140	19.860	1.672
4	0.140	19.860	1.672
8	0.140	19.860	1.672
15	0.140	19.860	1.672
30	0.140	19.860	1.672
60	0.140	19.860	1.672

Aplicación del esfuerzo cortante

Deformación		Altura (mm)	Densidad seca (g/cm ³)	Esfuerzo	
Horizontal (%)	Vertical (mm)			Cortante (kg/cm ²)	Normalizado
0.00	0.000	19.860	1.672	0.000	0.000
0.05	0.000	19.860	1.672	0.165	0.165
0.10	0.000	19.860	1.672	0.231	0.231
0.20	0.000	19.860	1.672	0.297	0.297
0.35	0.000	19.860	1.672	0.357	0.357
0.50	0.000	19.860	1.672	0.397	0.397
0.75	0.000	19.860	1.672	0.423	0.423
1.00	0.000	19.860	1.672	0.440	0.440
1.25	0.000	19.860	1.672	0.456	0.456
1.50	0.000	19.860	1.672	0.463	0.463
1.75	0.000	19.860	1.672	0.476	0.476
2.00	0.000	19.860	1.672	0.486	0.486
2.50	0.000	19.860	1.672	0.496	0.496
3.00	0.000	19.860	1.672	0.506	0.506
3.50	0.000	19.860	1.672	0.516	0.516
4.00	0.000	19.860	1.672	0.519	0.519
4.50	0.000	19.860	1.672	0.519	0.519
5.00	0.000	19.860	1.672	0.529	0.529
6.00	0.000	19.860	1.672	0.535	0.535
7.00	0.000	19.860	1.672	0.539	0.539
8.00	0.000	19.860	1.672	0.545	0.545
9.00	0.000	19.860	1.672	0.545	0.545
10.00	0.000	19.860	1.672	0.545	0.545
11.00	0.000	19.860	1.672	0.545	0.545
12.00	0.000	19.860	1.672	0.545	0.545



Observación :

Material que pasa el tamiz N° 4, humedad = 2.7%, densidad seca = 1.66g/cm³.



ENSAYOS DE CORTE DIRECTO (ASTM - D3080)

Informe : LG13-304

Fecha : Diciembre, 2013

Solicitante : MINISTERIO DE SALUD

Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital María Auxiliadora

Ubicación : Av. Miguel Iglesias N° 968, Dist. San Juan de Miraflores, Prov. y Región Lima

Sondaje C - 2

Velocidad : 0.50 mm/min

Muestra M - 1

AASHTO : A-1b (0)

Prof. (m) 1.60 - 2.00

SUCS : SP - SM / Arena mal gradada con limo y grava

Estado Remoldeado

Hoja : 2 de 4

ESFUERZO NORMAL : 2 kg/cm²

Datos del espécimen

Diámetro : 6 cm

Altura : 2 cm

Contenido de humedad

Humedad : 2.7 %

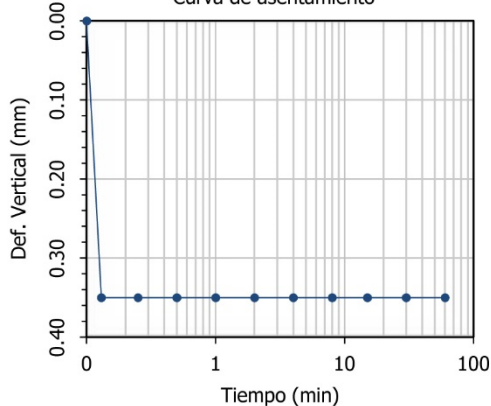
Aplicación del esfuerzo normal

Tiempo (min)	Deform. Vertical (mm)	Altura (mm)	Densidad seca (g/cm ³)
0	0.000	20.000	1.660
0.13	0.350	19.650	1.690
0.25	0.350	19.650	1.690
0.5	0.350	19.650	1.690
1	0.350	19.650	1.690
2	0.350	19.650	1.690
4	0.350	19.650	1.690
8	0.350	19.650	1.690
15	0.350	19.650	1.690
30	0.350	19.650	1.690
60	0.350	19.650	1.690

Aplicación del esfuerzo cortante

Deformación		Altura (mm)	Densidad seca (g/cm ³)	Esfuerzo	
Horizontal (%)	Vertical (mm)			Cortante (kg/cm ²)	Normalizado
0.00	0.000	19.650	1.690	0.000	0.000
0.05	0.000	19.650	1.690	0.264	0.132
0.10	0.018	19.632	1.691	0.413	0.207
0.20	0.030	19.620	1.692	0.562	0.281
0.35	0.055	19.595	1.694	0.694	0.347
0.50	0.070	19.580	1.696	0.777	0.388
0.75	0.079	19.571	1.696	0.859	0.430
1.00	0.080	19.570	1.696	0.892	0.446
1.25	0.082	19.568	1.697	0.926	0.463
1.50	0.085	19.565	1.697	0.959	0.479
1.75	0.085	19.565	1.697	0.985	0.493
2.00	0.085	19.565	1.697	0.992	0.496
2.50	0.085	19.565	1.697	1.025	0.512
3.00	0.085	19.565	1.697	1.041	0.521
3.50	0.085	19.565	1.697	1.068	0.534
4.00	0.085	19.565	1.697	1.091	0.545
4.50	0.085	19.565	1.697	1.091	0.545
5.00	0.085	19.565	1.697	1.081	0.540
6.00	0.085	19.565	1.697	1.074	0.537
7.00	0.085	19.565	1.697	1.071	0.535
8.00	0.085	19.565	1.697	1.071	0.535
9.00	0.085	19.565	1.697	1.061	0.531
10.00	0.085	19.565	1.697	1.058	0.529
11.00	0.085	19.565	1.697	1.058	0.529
12.00	0.085	19.565	1.697	1.058	0.529

Curva de asentamiento



Observación :

Material que pasa el tamiz N° 4, humedad = 2.7%, densidad seca = 1.66g/cm³.



PERÚ

Ministerio de Salud

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



ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

(ASTM - D3080)

Informe : LG13-304

Fecha : Diciembre, 2013

Solicitante : MINISTERIO DE SALUD

Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital María Auxiliadora

Ubicación : Av. Miguel Iglesias N° 968, Dist. San Juan de Miraflores, Prov. y Región Lima

Sondaje : C - 2

Velocidad : 0.50 mm/min

Muestra : M - 1

AASHTO : A-1b (0)

Prof. (m) : 1.60 - 2.00

SUCS : SP - SM / Arena mal gradada con limo y grava

Estado : Remoldeado

Hoja : 3 de 4

ESFUERZO NORMAL : 4 kg/cm²

Datos del espécimen

Diámetro : 6 cm

Altura : 2 cm

Contenido de humedad

Humedad : 2.7 %

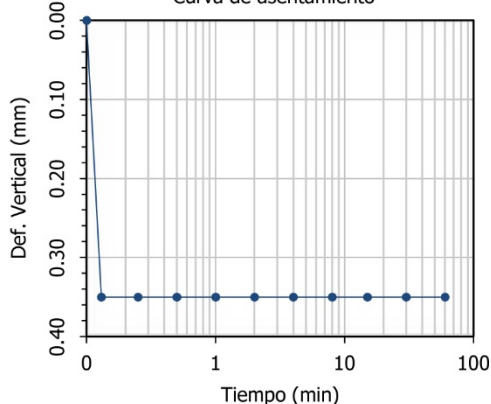
Aplicación del esfuerzo normal

Tiempo (min)	Deform. Vertical (mm)	Altura (mm)	Densidad seca (g/cm ³)
0	0.000	20.000	1.660
0.13	0.350	19.650	1.690
0.25	0.350	19.650	1.690
0.5	0.350	19.650	1.690
1	0.350	19.650	1.690
2	0.350	19.650	1.690
4	0.350	19.650	1.690
8	0.350	19.650	1.690
15	0.350	19.650	1.690
30	0.350	19.650	1.690
60	0.350	19.650	1.690

Aplicación del esfuerzo cortante

Deformación		Altura (mm)	Densidad seca (g/cm ³)	Esfuerzo	
Horizontal (%)	Vertical (mm)			Cortante (kg/cm ²)	Normalizado
0.00	0.000	19.650	1.690	0.000	0.000
0.05	0.000	19.650	1.690	0.463	0.116
0.10	0.000	19.650	1.690	0.628	0.157
0.20	0.007	19.643	1.690	0.859	0.215
0.35	0.010	19.640	1.690	1.058	0.264
0.50	0.022	19.628	1.691	1.223	0.306
0.75	0.030	19.620	1.692	1.421	0.355
1.00	0.043	19.607	1.693	1.603	0.401
1.25	0.048	19.602	1.694	1.719	0.430
1.50	0.070	19.580	1.696	1.851	0.463
1.75	0.080	19.570	1.696	1.950	0.488
2.00	0.088	19.562	1.697	1.983	0.496
2.50	0.090	19.560	1.697	2.116	0.529
3.00	0.090	19.560	1.697	2.231	0.558
3.50	0.090	19.560	1.697	2.281	0.570
4.00	0.090	19.560	1.697	2.314	0.578
4.50	0.090	19.560	1.697	2.320	0.580
5.00	0.090	19.560	1.697	2.327	0.582
6.00	0.090	19.560	1.697	2.330	0.583
7.00	0.090	19.560	1.697	2.330	0.583
8.00	0.090	19.560	1.697	2.330	0.583
9.00	0.090	19.560	1.697	2.330	0.583
10.00	0.090	19.560	1.697	2.330	0.583
11.00	0.090	19.560	1.697	2.330	0.583
12.00	0.090	19.560	1.697	2.330	0.583

Curva de asentamiento



Observación :

Material que pasa el tamiz N° 4, humedad = 2.7%, densidad seca = 1.66g/cm³.

ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

(ASTM - D3080)

Informe : LG13-304

Fecha : Diciembre, 2013

Solicitante : MINISTERIO DE SALUD

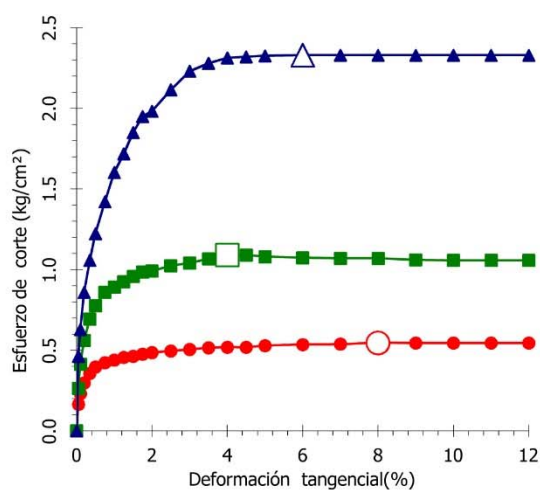
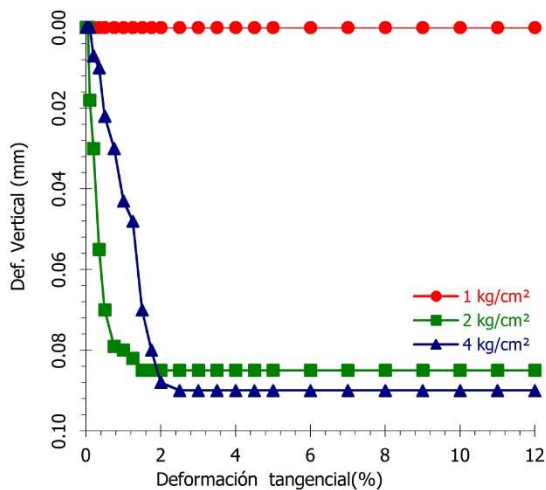
Proyecto : Estudio de Vulnerabilidad Sísmica, Estructural, No Estructural y Funcional del Hospital María Auxiliadora

Ubicación : Av. Miguel Iglesias N° 968, Dist. San Juan de Miraflores, Prov. y Región Lima

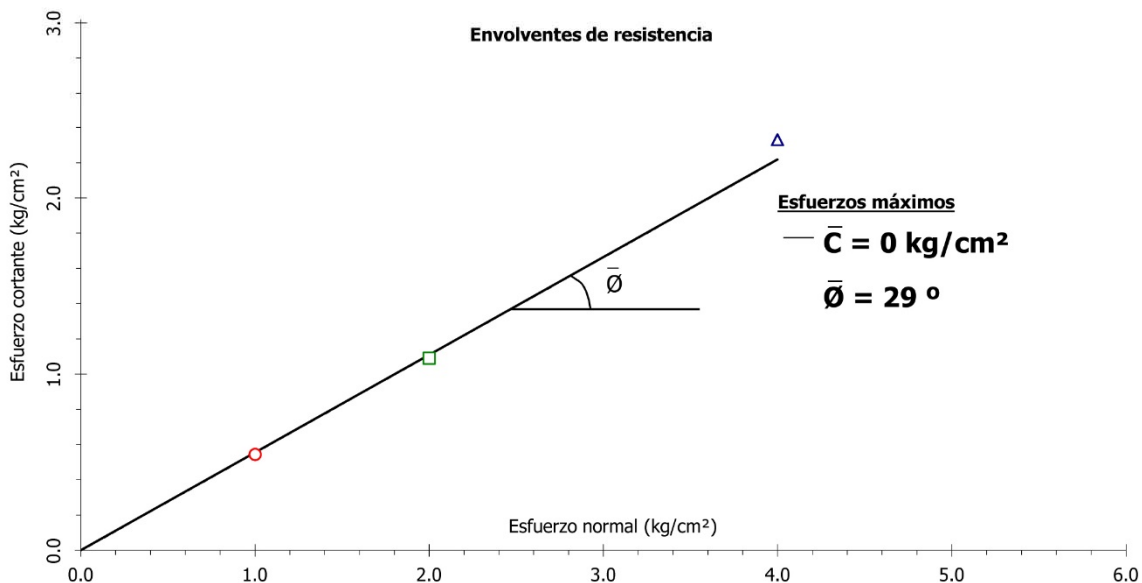
Sondaje : C - 2
 Muestra : M - 1
 Prof. (m) : 1.60 - 2.00
 Estado : Remoldeado

Velocidad : 0.50 mm/min
 AASHTO : A-1b (0)
 SUCS : SP - SM / Arena mal gradada con limo y grava
 Hoja : 4 de 4

Aplicación del esfuerzo cortante



Envoltentes de resistencia





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO QUÍMICO FIC

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

SOLICITANTE: MINISTERIO DE SALUD

REGISTRO: LQ13-482

PROYECTO: "ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL MARÍA AUXILIADORA"

UBICACIÓN: AV.MIGUEL IGLESIAS N° 968 – SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA

SONDAJE: C-02

N° DE MUESTRA: M-01

PROFUNDIDAD (m): 1.60 - 2.00

RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 28 -11-13

ANÁLISIS DE:	CLORUROS Cl ⁻ ASTM D 3370:1999 AASHTO T 291 ppm	SULFATOS (SO ₄) ²⁻ ASTM E 275:2001 AASHTO T 290 ppm	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219;-2000 ASTMD 1888 ppm
SONDAJE: C-02 N° DE MUESTRA: M-01 PROFUNDIDAD (m): 1.60 - 2.00	168	335	553

Lima, 03 de Diciembre del 2013

CARMEN M.REYES CUBAS
MSC. ING.ANALISTA DEL LABORATORIO
Laboratorio de. Química de la FIC-UNI



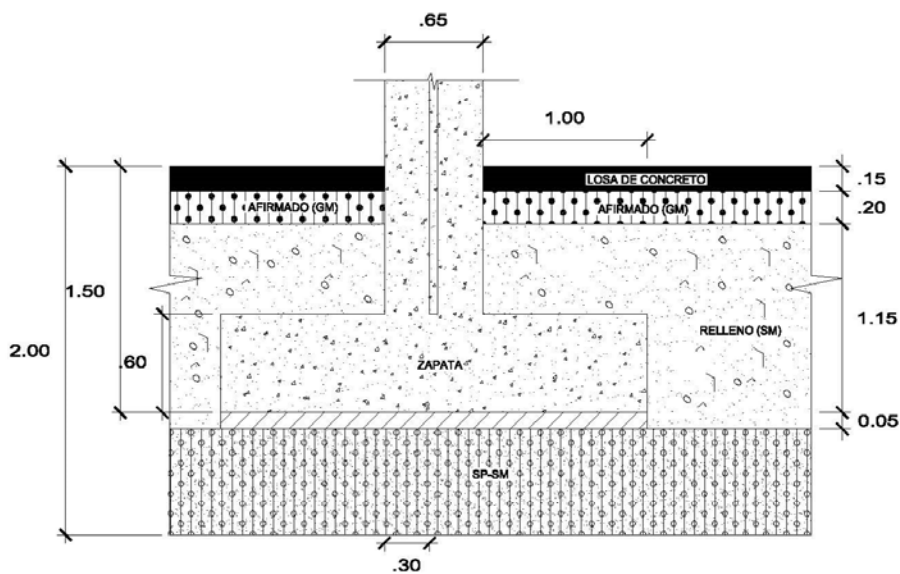
ROSA ALTAMIRANO MEDINA
MS. ING. JEFA DEL LABORATORIO
Laboratorio de. Química de la FIC-UNI

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra

Av. Tupac Amaru 210, Lima 25, Peru
Apartado Postal 1301 Lima 100 - Peru
Telefax: (511) 481-9845
Central Telefonica: 481-1070 Anexo: 295

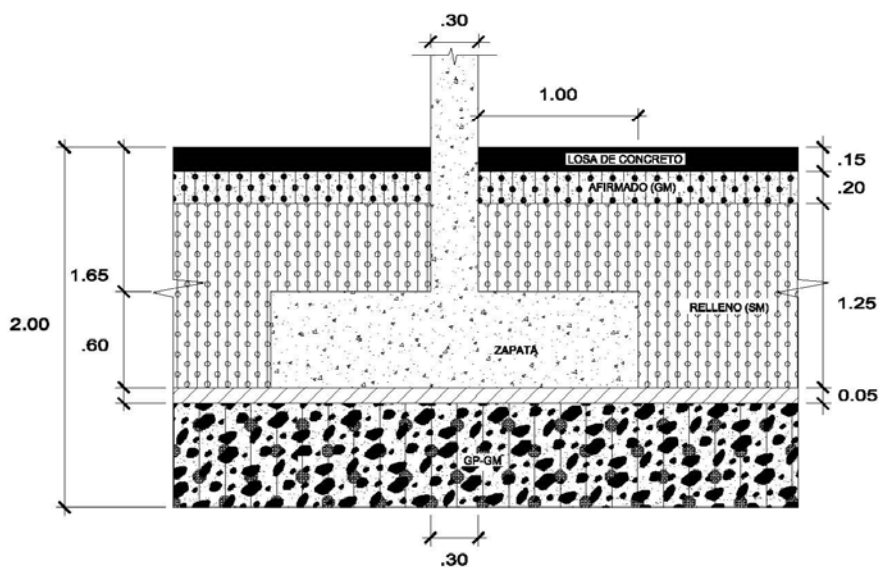
AUSCULTACION DE LOS CIMIENTOS
HOSPITAL "MARIA AUXILIADORA"

C-1



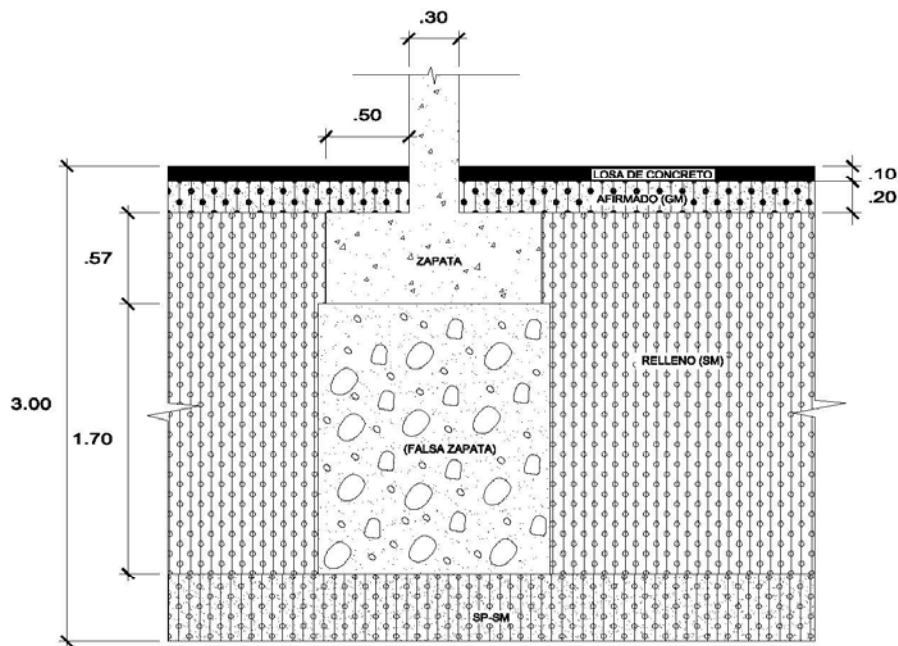
AUSCULTACION DE LOS CIMIENTOS
HOSPITAL "MARIA AUXILIADORA"

C-2



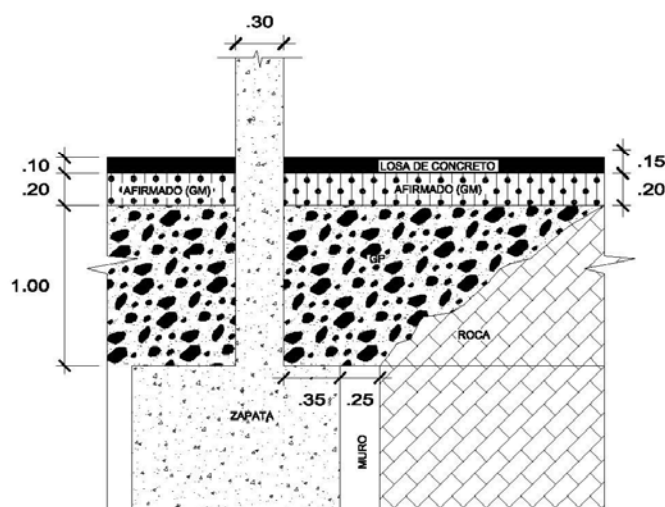
AUSCULTACION DE LOS CIMIENTOS
HOSPITAL "MARIA AUXILIADORA"

C-3



AUSCULTACION DE LOS CIMIENTOS
HOSPITAL "MARIA AUXILIADORA"

C-4



AUSCULTACION DE LOS CIMIENTOS
HOSPITAL "MARIA AUXILIADORA"

C-5

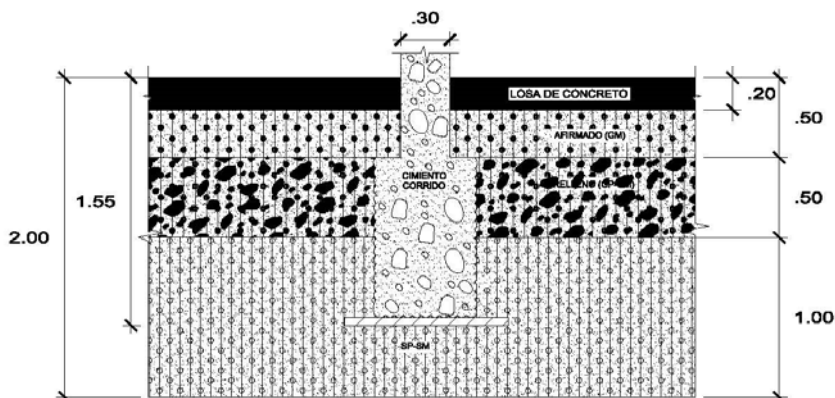




FOTO N° 1: VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 1.



FOTO N° 2: VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 1.



FOTO N° 3: VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 2.



FOTO N° 4: VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 2.



FOTO N° 5: VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 3.



FOTO N° 6: VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 3.



FOTO N° 7: VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 4.



FOTO N° 8: VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 4.



FOTO N° 9: VISTA PANORÁMICA DE LA AUSCULTACIÓN N° 5.

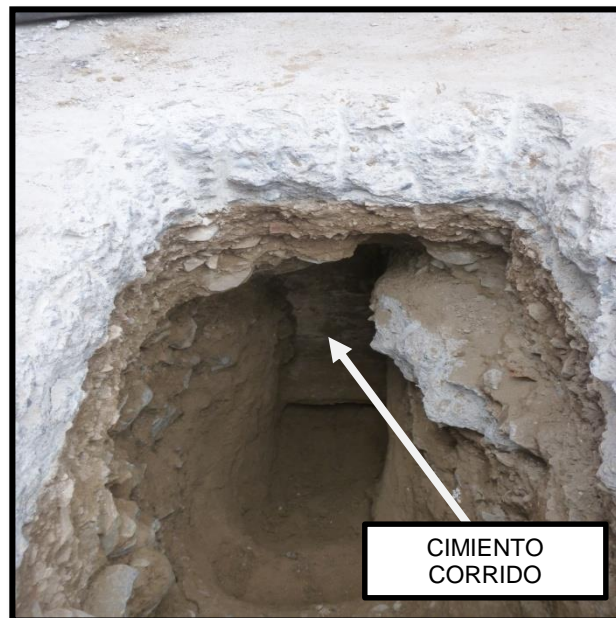


FOTO N° 10: VISTA DE LA AUSCULTACIÓN N° 5.