
ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL CARLOS LANFRANCO LA HOZ

INFORME TÉCNICO FINAL



INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

1. Dr. Ing. Miguel A. Díaz Figueroa (Evaluación estructural)
2. Arq. Clotilde Espinoza / Arq. Enrique A. García Martínez (Evaluación no estructural)
3. Dr. Raúl Morales Soto / Arq. José Sato Onuma
Dr. Rolando Vásquez Alva (Evaluación funcional)
4. Ing. Néstor Ruiz (Evaluación líneas vitales – Mecánico Eléctrico)
5. Ing. Roger Salazar (Evaluación líneas vitales - Sanitario)

DICIEMBRE - 2013



RESUMEN EJECUTIVO

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

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

El Hospital que ha sido evaluado en este informe se ubica en una zona con alta sismicidad, es debido a ello la importancia de su evaluación ante un probable evento sísmico.

El estudio de vulnerabilidad funcional del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz, en función de un terremoto destructivo, permite reconocer que:

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

El comité está formalizado y operativo, no dispone de personal dedicado especialista en gestión del riesgo de desastres pero sí de un local permanente. *Su vulnerabilidad es de nivel medio.* Se recomienda reclutar personal especializado en gestión del riesgo de desastres dedicado con exclusividad a esa función, contando con la ayuda tecnológica respectiva.

b. Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.

Las instalaciones no están sobreocupadas. Se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación y no existen planes específicos para las diversas áreas críticas. Hay zonas para expansión para caso de desastre pero sin líneas vitales. *Su vulnerabilidad es alta.* Se recomienda evaluar y solucionar actuales limitaciones como 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 de Defensa Civil, no están consignados en documentos específicos. *Su vulnerabilidad es alta.* Se recomienda 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.

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 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.

El área operativa está habitualmente muy ocupada y tiene recursos limitados. *Su vulnerabilidad es alta, más aún por su ubicación geográfica.* Se recomienda reforzar el triage y disponer de varios equipos para caso de desastre, potenciar los mecanismos de referencia a hospitales de mayor complejidad, y contar con presupuesto adecuado para cumplir su función asistencial.

f. Otros servicios críticos del hospital.

Su organización, espacios y recursos serían insuficientes para afrontar un terremoto destructor. *Su vulnerabilidad es alta.* Se recomienda incrementar el número de especialistas del hospital, 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.

Para complementar la información se procedió a realizar los trabajos de campo, extracción de muestras de concreto endurecido, ensayo de micro trepidaciones, estudio de mecánica de suelos, identificación de elementos estructurales y no estructurales que van a intervenir en el modelo matemático, tomar medidas en campo, toda esta información servirá para afinar el modelo y tener un modelo real de las edificaciones en estudio.



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



Al final del estudio se realizan unas recomendaciones para reducir la vulnerabilidad estructural, no estructural, líneas vitales, y funcional.

Dentro del análisis de Vulnerabilidad no Estructural que se realiza a Hospital Carlos Lanfranco Lahoz, se busca determinar la susceptibilidad a daños que presentan estos elementos, los cuales pueden verse afectados por sismos moderados y por tanto más frecuentes durante la vida del hospital. Por ello se verificara los elementos constructivos no resistentes (ciertos muros, tabiques y otros), que generen problemas serios, los cuales dependiendo de la magnitud del daño sufrido ante un evento sísmico, pueden constituir un peligro a la integridad física de los ocupantes.

El Hospital Carlos Lanfranco La Hoz se encuentra ubicado en la zona norte de Lima, con una gran extensión de Terreno, con frente a una vía o arteria principal, la avenida Sáenz Peña, cuenta con acceso rápido al establecimiento, aunque un punto vulnerable son los vendedores ambulantes que proliferan en los alrededores del hospital.

En general el hospital presenta ambientes no conformes a la normativa; la zonificación no define adecuadamente el uso y acceso de los servicios asistenciales, esta organización espacial ocasiona un cruce de circulación entre el personal asistencial, con pacientes internos y externos, público en general. Por otro lado sus acabados de pisos, enchapes de muros, carpintería de madera (puertas) requieren un reemplazo por el tiempo y uso recibido, aunque existen zonas donde se están realizando mejoras. Asimismo, 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.

El estudio realiza propuestas a modo de recomendaciones, que se pueden implementar las cuales contribuirán en disminuir las vulnerabilidades no estructurales identificadas en el Hospital Carlos Lanfranco La Hoz.



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	2
CONTENIDO	5
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE FOTOS	11
LISTA DE TABLAS	13
1. ANTECEDENTES	14
2. OBJETIVO	14
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL	14
4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL CARLOS LANFRANCO LA HOZ	21
4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad.....	22
4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad	22
4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad	22
4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad 32	
4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad	42
4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital.....	47
4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental	47
4.2.2. Equipos e Instrumentación	48
4.2.3. Resultados de las Mediciones	48
4.2.4. Conclusiones	51
4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital.....	52
4.3.1. Generalidades	52
4.3.2. Objetivo del Estudio.....	52
4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad.....	53
4.3.4. Investigaciones de Campo.....	53
4.3.5. Ensayos de Laboratorio.....	55
4.3.6. Perfil Estratigráfico.....	56
4.3.7. Análisis de la Cimentación.....	58
4.3.8. Agresividad del Suelo de la Cimentación.....	62
4.3.9. Conclusiones	64
4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas	66



4.4.1.	Extracción de Muestras de Varillas de Acero	66
4.4.2.	Resistencia del Acero de Refuerzo	66
4.4.3.	Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido	66
4.4.4.	Resistencia del Concreto	66
4.4.5.	Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe	74
4.4.6.	Resistencia de la Mampostería y/o Adobe	74
5.	DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL	75
5.1.	Modelos Matemáticos	76
5.2.	Demandas de Carga	82
5.3.	Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo	85
5.4.	Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido ...	88
5.5.	Determinación de la Resistencia de la Estructura	100
5.6.	Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud.....	101
6.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES.....	101
6.1.	Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica	101
6.2.	Elementos no estructurales vulnerables	102
6.2.1.	Accesibilidad para personas discapacitadas.....	103
6.2.2.	Equipamiento no médico	104
6.2.3.	Equipamiento médico	109
6.2.4.	Equipos conectados	117
6.2.5.	Equipos rodantes.....	120
6.2.6.	Equipos fijos	124
6.2.7.	Elementos suspendidos.....	127
6.3.	Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales	129
7.	LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA.....	133
7.1.	Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo.....	133
7.1.1.	Instalaciones Sanitarias.....	133
7.1.2.	Instalaciones Eléctricas	138
7.1.3.	Instalaciones Mecánicas.....	140
7.1.4.	Instalaciones Electromecánicas.....	140
7.1.5.	Instalaciones Especiales	140
7.1.6.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	141
7.2.	Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales.....	142
7.2.1.	Instalaciones Sanitarias.....	142



7.2.2.	Instalaciones Eléctricas	143
7.2.3.	Instalaciones Mecánicas.....	143
7.2.4.	Instalaciones Electromecánicas.....	144
7.2.5.	Instalaciones Especiales	144
7.2.6.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación	144
8.	VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL.....	145
8.1.	Contexto del problema.....	145
8.2.	Análisis Situacional del Hospital	147
8.3.	Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013 151	
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO	152
9.1.	Componente Estructural	152
9.2.	Componente No estructural	153
9.2.1.	Accesibilidad para las personas discapacitadas	155
9.2.2.	Influencia del Entorno	155
9.2.3.	Equipamiento no médico	156
9.2.4.	Equipamiento Médico	159
9.2.5.	Equipo de radiología – Tratamiento de imágenes.....	160
9.2.6.	Quirófanos - UCI.....	160
9.2.7.	Emergencia - Reanimación.....	160
9.2.8.	Equipamiento de Laboratorio de Análisis Clínico	160
9.2.9.	Esterilización	161
9.2.10.	Equipos Conectados	161
9.2.11.	Equipos Rodantes.....	161
9.2.12.	Equipos Fijos	162
9.2.13.	Elementos Suspendidos.....	163
9.3.	Componente Funcional.....	164
9.3.1.	Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, OPS/OMS)	164
9.3.2.	Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto.....	169
9.3.3.	Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo	171
9.3.4.	Comentario Final	172
9.4.	Componente de Líneas Vitales.....	175
9.4.1.	Instalaciones Sanitarias.....	175
9.4.2.	Instalaciones Eléctricas	176
9.4.3.	Instalaciones Mecánicas.....	176



9.4.4.	Instalaciones Electromecánicas.....	177
9.4.5.	Instalaciones Especiales	177
9.4.6.	Redes y sistemas informáticos de Comunicación	177
10.	AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD	178
10.1.	Documentación Técnica.....	178
10.2.	Esquemas.....	179
10.3.	Costo de la Propuesta Solución a la Problemática	179
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	180
	ANEXO I.....	181
	ANEXO II.....	185
	ANEXO III.....	193



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital del emplazamiento del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz.....	17
Figura 2. Croquis de bloques del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz	18
Figura 3. Distribución del Hospital Lanfranco La Hoz	21
Figura 4. Elementos no estructurales	26
Figura 5. Baldosas en fachadas, que se desprenden por efecto de sismos intensos	28
Figura 6. Falsos cielos rasos se desprenden por deficiencia en anclajes ante movimientos sísmicos.....	28
Figura 7. Techos ligeros que deben estar sujetos adecuadamente a fin evitar caídas o desprendimientos	29
Figura 8. Desplazamiento de equipos que pueden ocasionar la inoperatividad de los mismos	30
Figura 9. Caída y volcamientos de estanterías que no están adecuadamente sujetos	30
Figura 10. Luminarias no sujetadas adecuadamente en techo ante movimientos sismos.....	31
Figura 11. Servicios básicos en el área de influencia del HCLLH	32
Figura 12. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto.....	67
Figura 13. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto	73
Figura 14. Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero M-1, M-2 y M-3.	74
Figura 15. Modelo matemático tridimensional del Bloque 04	77
Figura 16. Vista en planta del modelo matemático tridimensional del Bloque 04	78
Figura 17. Modelo matemático tridimensional del Bloque 04-A.....	78
Figura 18. Modelo matemático tridimensional del Bloque 04-B.....	79
Figura 19. Modelo matemático tridimensional del Bloque 04-D	79
Figura 20. Modelo matemático tridimensional del Bloque 07	80
Figura 21. Modelo matemático tridimensional del Bloque 08 (tanque elevado)	80
Figura 22. Modelo matemático tridimensional del Bloque 09	81
Figura 23. Vista en planta del modelo matemático tridimensional del Bloque 09	82
Figura 24. Distorsiones para sismo moderado en la dirección X.....	89
Figura 25. Distorsiones para sismo moderado en la dirección Y.....	89
Figura 26. Distorsiones para sismo severo en la dirección X	89
Figura 27. Distorsiones para sismo severo en la dirección Y	90
Figura 28. Esfuerzos cortantes (kgf/cm ²) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 4.....	91
Figura 29. Esfuerzos cortantes (kgf/cm ²) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 4.....	91
Figura 30. Esfuerzos cortantes (kgf/cm ²) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 4-A	92
Figura 31. Esfuerzos cortantes (kgf/cm ²) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 4-A	92
Figura 32. Esfuerzos cortantes (kgf/cm ²) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 4-B	93
Figura 33. Esfuerzos cortantes (kgf/cm ²) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 4-B	93
Figura 34. Esfuerzos cortantes (kgf/cm ²) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 4-D.....	94
Figura 35. Esfuerzos cortantes (kgf/cm ²) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 4-D.....	94



Figura 36. Esfuerzos cortantes (kgf/cm²) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 7 95

Figura 37. Esfuerzos cortantes (kgf/cm²) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 7 95

Figura 38. Esfuerzos cortantes (kgf/cm²) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 9-A 96

Figura 39. Esfuerzos cortantes (kgf/cm²) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 9-A 96

Figura 40. Esfuerzos cortantes (kgf/cm²) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 9-B 97

Figura 41. Esfuerzos cortantes (kgf/cm²) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 9-B 97

Figura 42. Esfuerzos cortantes (kgf/cm²) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 9-C 98

Figura 43. Esfuerzos cortantes (kgf/cm²) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 9-C 98

Figura 44. Esfuerzos cortantes (kgf/cm²) en los muros de albañilería en el tanque elevado (Bloque 8) 99

Figura 45. Número de atenciones en Consulta Externa. Comparativo Anual del 2008 al 2012. 149

Figura 46. Indicadores hospitalarios año 2012. 149

Figura 47. Indicadores de producción de Emergencia por consulta. 150

Figura 48. Mitigación de Vulnerabilidad de los Elementos No estructurales 154

Figura 49. Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos 156

Figura 50. Equipos como impresoras deben estar sujetos a asegurados para evitar su desplazamiento ante movimientos sísmicos 157

Figura 51. Archivadores deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación 157

Figura 52. 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 158

Figura 53. 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 . 158

Figura 54. Formas de asegurar equipos electrónicos, mediante seguros de correas 159

Figura 55. Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia. 159

Figura 56. Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos 160

Figura 57. Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados 161

Figura 58. Equipos y mobiliarios rodables de debe procurar que su seguros este accionado 'para evitar desplazamiento y/o caídas. 162

Figura 59. Sistema de aseguramiento de las unidades almacenadas en las estanterías, se evita caída de estanterías y desplazamiento y caída del contenido 163

Figura 60. Esquema de reforzamiento con placas de concreto armado en el Bloque 9C 179



LISTA DE FOTOS

Foto 1. Acceso público por Emergencia	35
Foto 2. Zona de entrada hacia Emergencia	35
Foto 3. Puerta de Entrada a Emergencia.....	36
Foto 4. Pasadizo de Emergencia – Tópicos de atención.....	36
Foto 5. Pasadizo de Emergencia - Tópicos de atención	36
Foto 6. Zona de acceso a la Unidad de Cuidados Intensivos.....	36
Foto 7. Unidad de Cuidados Intensivos	37
Foto 8. Centro Quirúrgico, con 3 salas de operaciones.....	37
Foto 9. Entrada a salas de operaciones.	37
Foto 10. Área libre que debería haber entre pabellones, ocupada actualmente con una construcción de drywall para Recuperación post operatoria.	38
Foto 11. Zona de Área de Imágenes	39
Foto 12. Se cuenta con dos ambientes de toma de placas de Rayos X	39
Foto 13. Avanzando hacia la zona antigua del Hospital se ubica el Laboratorio	39
Foto 14. Zona de entrada a Laboratorio	39
Foto 15. Entrada a Banco de Sangre.....	39
Foto 16. Ambiente de Banco de Sangre	40
Foto 17. Banco de Sangre	40
Foto 18. Vista parcial del Área Administrativa y losa deportiva	40
Foto 19. Mortuorio	40
Foto 20. Archivo de Historias Clínicas antiguo.	41
Foto 21. Archivo eventual de historias clínicas.	41
Foto 22. Nueva zona de Archivo de Historias Clínicas.	41
Foto 23. Nueva área para Archivo de Historias Clínicas en construcción.	41
Foto 24. Calle lateral posterior a la entrada de emergencia.	42
Foto 25. Ingreso principal por Av. Sáenz Peña y esquina con la Calle Sarmiento (Ingreso a Emergencia).	42
Foto 26. Extracción de núcleos de concreto	68
Foto 27. Extracción de muestras de acero de elementos estructurales	68
Foto 28. Muestras de acero, antes y después del ensayo de tracción.....	69
Foto 29. Ensayo de tracción de muestras de acero.....	69
Foto 30. Accesibilidad para personas discapacitadas en el bloque 9	103
Foto 31. Equipamiento no médico en el bloque 4.....	105
Foto 32. Equipamiento no médico en emergencia.....	106
Foto 33. Ventiladores y luminarias en el bloque 9	106
Foto 34. Almacenamiento inadecuado en el bloque 6	107
Foto 35. Computadoras, impresoras y las estanterías metálicas en el bloque 7	107
Foto 36. Computadoras e impresoras del bloque 1	108
Foto 37. Almacén de archivos en el bloque 11	108
Foto 38: Camillas en la zona de hospitalización	110
Foto 39. Equipos rodantes en la zona de Neonatología.....	110
Foto 40. Equipos médicos de la zona de pediatría y sala de partos	111
Foto 41. Zona de UCI del Bloque 9.....	111
Foto 42. Equipos médicos en el Bloque 4.....	112
Foto 43. Equipos médicos en el Bloque 7.....	113
Foto 44. Equipos médicos del bloque 4	114



Foto 45. Equipos médicos de Radiología	114
Foto 46. Equipos médicos del bloque 9	115
Foto 47. Camillas en pasillos del bloque 9.....	115
Foto 48. Equipos biomédicos e informáticos en el bloque 7.....	116
Foto 49. Equipo en la central de esterilización del bloque 4.....	116
Foto 50. Equipos conectados en el bloque 10	118
Foto 51. Consultorios dentales en el bloque 4.....	118
Foto 52: Equipos conectados en el laboratorio central	119
Foto 53. Equipos conectados en Rayos X del bloque 4	119
Foto 54. Equipos rodantes en la sala de partos.....	121
Foto 55. Equipos rodantes en los corredores de hospitalización de gineco-obstetricia	121
Foto 56. Equipos rodantes en Neonatología y Pediatría	122
Foto 57. Mobiliarios rodantes en el Bloque 4.....	123
Foto 58. Equipos rodantes en emergencia	123
Foto 59. Corredores de emergencia	124
Foto 60. Hall de emergencia en el bloque 9	124
Foto 61. Tópicos de emergencias en el bloque 9	126
Foto 62. Equipos fijos en consultorios dentales.....	126
Foto 63. Equipos fijos en el bloque 4	127
Foto 64. Vidrios en la zona de consulta externa	127
Foto 65. Luminarias de la estación obstétrica.....	128
Foto 66. Sistema de aire acondicionado en el laboratorio central	128
Foto 67. Tópicos de emergencia en el bloque 9.....	129
Foto 68. Agua de la cisterna expuesta a contaminación.	133
Foto 69. Tapa de cisterna totalmente deteriorada.	134
Foto 70. Ingreso a la cisterna sin conexión flexible.	134
Foto 71. Tuberías y conexiones corroídas.....	135
Foto 72. Árbol de descarga sin conexiones flexibles.	135
Foto 73. tuberías de entrada y salida rigidizadas sin uniones flexibles.	136
Foto 74. Construcción noble (Farmacia) sobre tubería de alcantarillado	136
Foto 75. Tuberías y válvulas en proceso de corrosión.	137
Foto 76. Tablero de control de bomba deteriorado.....	137
Foto 77. Empalme de tuberías a estructuras de almacenamiento sin uniones flexibles	138



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores de periodos fundamental estimados	51
Tabla 2. Resumen de Calicatas Excavadas en el Área de Estudio	54
Tabla 3. Resumen de las Cimentaciones Descubiertas	55
Tabla 4. Resultados de los Ensayos de Laboratorio y Clasificación de suelos	55
Tabla 5. Resultados del ensayo de corte directo	56
Tabla 6. Cálculo de la Capacidad de Carga Admisible	60
Tabla 7. Cálculo de Asentamientos de la Cimentación	61
Tabla 8. Parámetros de diseño sismorresistente	62
Tabla 9. Elementos Químicos Nocivos para la Cimentación	63
Tabla 10. Ensayos Químicos Ejecutados	64
Tabla 11. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto	67
Tabla 12. Cargas muertas (D) en kgf/m ²	82
Tabla 13. Cargas vivas (L) en kgf/m ²	83
Tabla 14. Resistencia del concreto en kg/cm ²	84
Tabla 15. Combinaciones a Servicio (E.020)	84
Tabla 16. Combinaciones a Rotura (E.060)	84
Tabla 17. Factores de amplificación de las demandas sísmicas obtenidas de la verificación del cortante en la base	85
Tabla 18. Periodo de los principales modos obtenidos de los modelos matemáticos	86
Tabla 19. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 4	86
Tabla 20. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo severo del Bloque 4	87
Tabla 21. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 7	87
Tabla 22. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo severo del Bloque 7	87
Tabla 23. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 8	87
Tabla 24. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo severo del Bloque 8	87
Tabla 25. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 9	88
Tabla 26. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 9	88
Tabla 27. Comparación entre esfuerzos cortantes en la base y resistencia del primer piso ...	100



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

PRODUCTO 3: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL CARLOS LANFRANCO LA HOZ

1. ANTECEDENTES

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

El presente informe muestra los resultados del análisis de la vulnerabilidad de las áreas críticas del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz.

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

1. Nombre del establecimiento: HOSPITAL CARLOS LANFRANCO LA HOZ

2. Dirección: Av. Sáenz Peña s/n, cuadra 6, Distrito Puente Piedra, Lima.



3. Teléfonos: 548-2010 / 5484179

4. Página web y dirección electrónica: [http:// www.hcllh.gob.pe](http://www.hcllh.gob.pe)

5. Número total de camas: 106

6. Índice de ocupación de camas en situaciones normales: 87%

7. Descripción del establecimiento:

Aspectos Generales: Establecimiento de salud del Ministerio de Salud, catalogado en Nivel II-2, pertenece a la Dirección de Salud V, Lima Ciudad.

El área asistencial está formada por diez bloques con características y antigüedad diferentes. El bloque antiguo del Hospital Carlos Lanfranco, fue construido hace unos 40 años, en parte con material noble pero al que le falta reforzar con más columnas. La construcción de la áreas asistenciales se han realizado en diversas etapas hasta hace pocos años, la mayoría con características modernas de construcción. Las áreas correspondientes a Emergencia y UCI y hospitalización tienen características de sismo resistencia. Hay zonas de construcción nuevas que están reemplazando áreas libres y que potencialmente provocarían tugurización como son las áreas de recuperación.

El área administrativa consta de un solo bloque de dos pisos de material noble. El área de Archivo de Historias Clínicas está en la zona más antigua y está procediéndose a cambiar de lugar porque su capacidad ha llegado al límite. Se está ubicando en un segundo piso de material drywall.

Área de influencia: distritos de Ventanilla, Carabaylo, Los Olivos y Comas.

Cobertura de la población: Solo en el Distrito de Puente Piedra hay 233,602 habitantes (Censo 2007).

Horario de atención: Servicio de Emergencia y hospitalización 24 horas.



Personal:

DESCRIPCIÓN	NOMBRADOS	CAS	TOTAL
Médicos	70	45	115
Enfermeras	41	35	76
Tecnólogos Médicos	5	10	15
Obstetrices	26	35	61
Cirujanos Dentistas	06	02	08
Asistentes Sociales	03	10	13
Químico Farmacéuticos	03	04	07
Nutricionista	01	04	05
Psicólogos	02	01	03
Técnicos Asistenciales	76	35	111
Otros Profesionales Salud	13	35	48
Auxiliares y trabajadores Servicio	61	65	126
Sub-Total	307	281	588
Área Administrativa (entre profesionales y técnicos)	98	122	220
TOTAL	405	403	808

Fuente: Unidad de Personal, HCLLH

Cartera de servicios:

- Consulta Externa
- Hospitalización de Medicina, Cirugía, Traumatología y otros servicios de Cirugía (Cirugía Plástica, Cirugía Pediátrica, Oftalmología, Urología y Otorrinolaringología). Pediatría, Neonatología y Cuidados intensivos Neonatales. Gineco-Obstetricia y Sala de Partos.
- Emergencia y Cuidados Críticos para Pediatría, Cirugía, Medicina y Gineco-obstetricia. Unidad de Cuidados Críticos, Trauma Shock y una Sala de Hospitalización (24 horas).
- Laboratorio y Farmacia
- Odontoestomatología
- Diagnóstico por Imágenes (03 ambientes para el Servicio de Radiología, Ecografía y Tomografía)
- Departamento de Apoyo al Tratamiento (Nutrición, Servicio Social, Psicología y Farmacia)
- Servicio de Patología Clínica – Laboratorio, Anatomía Patológica, y Banco de Sangre tipo I
- Departamento de Anestesiología, Centro Quirúrgico, Central de Esterilización y Sala de recuperación post operatoria.

8. Distribución física:

El Hospital Carlos Lanfranco La Hoz está constituido por diez bloques asistenciales y uno administrativo. El que corresponde a la edificación más antigua da hacia la entrada principal del hospital y otros bloques datan de los últimos 15 a 20 años. Solo en las áreas administrativas hay segundo piso. Tiene tres frentes, el principal hacia la Av. Sáenz Peña; la calle Sarmiento, por donde se ingresa al Servicio de Emergencia y conecta con la Panamericana Norte; y otra calle en el lado opuesto a la calle Sarmiento, con ingreso al Área Administrativa y con solo salida peatonal hacia la Panamericana Norte, por lo que se aprovecha como estacionamiento vehicular. Existe una losa deportiva en la parte posterior.

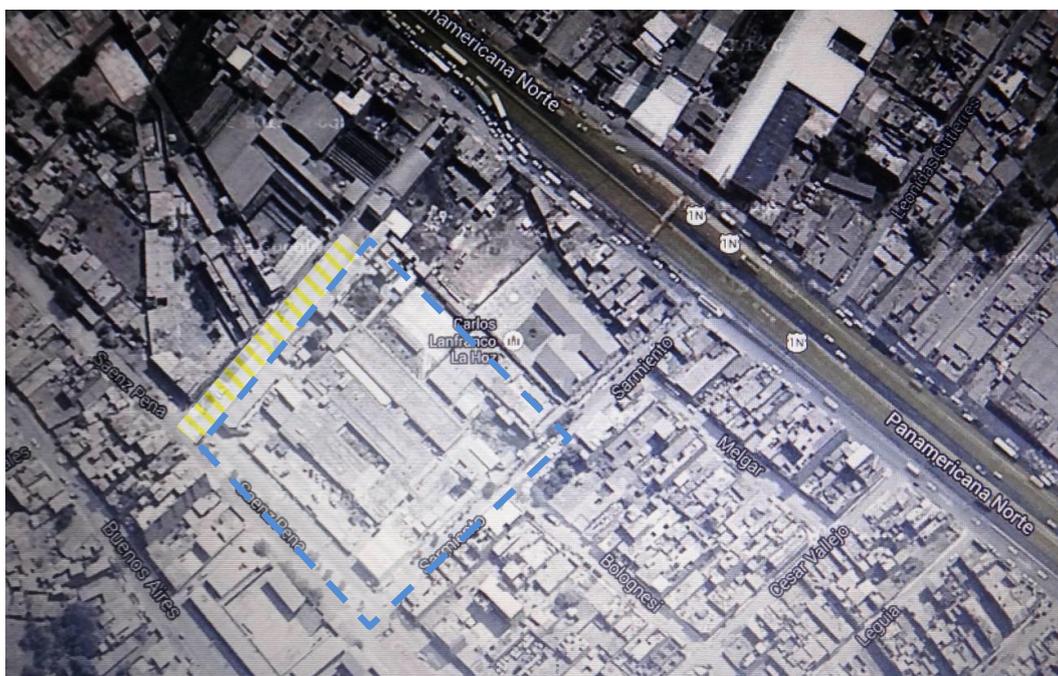


Figura 1. Imagen satelital del emplazamiento del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz

Área:

Área Terreno: 11,504.48 m²

Área Construida: 5,638.86 m²

Distribución: El Hospital Carlos Lanfranco la Hoz se distribuye en los siguientes bloques:

- Emergencia

- UCI
- Hospitalización Pediátrica y Neonatología con UCI Neonato
- Hospitalización Medicina Cirugía
- Consultorios Externos
- Imágenes
- Hospitalización Ginecobstetricia
- Sala De Operaciones
- Consultorios Externos de Pediatría, Gineco-obstetricia, Medicina Física
- Laboratorio, Farmacia, Almacén General y Servicios Generales
- Área Administrativa (con segundo piso, en color azul)

Calle Sarmiento

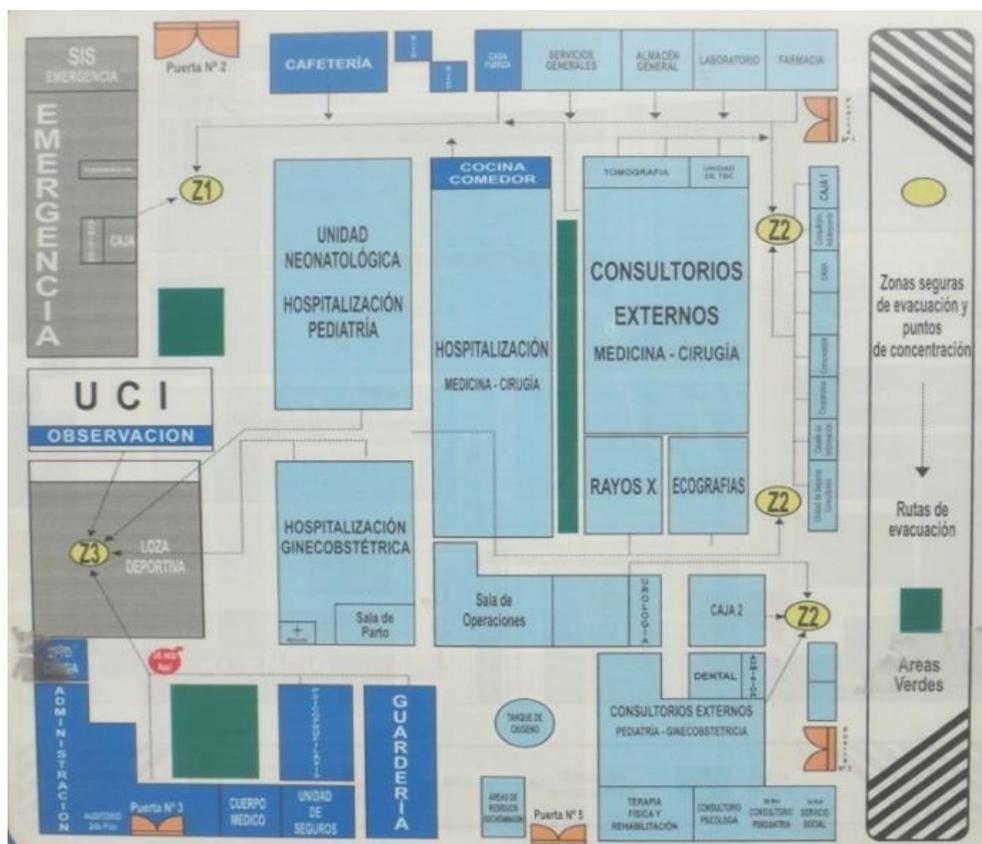


Figura 2. Croquis de bloques del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz

Fuente: HCLLH

9. Capacidad hospitalaria:

a. Medicina

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Medicina general	14		
Pediatría	14		Preescolar 7 Escolar 6 Aislados 1
Neonatología	16		Incubadoras, servocunas, cunas
Total	44	0	

b. Cirugía

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía general	12		
Obstetricia y ginecología	29		Ginecología 17 Obstetricia 12
Ortopedia y traumatología	3		
Urología	2		
Otorrinolaringología	1		
Oftalmología	1		
Neurocirugía	2		
Total	50	0	

c. Unidad de cuidados intensivos (UCI)

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Unidad de Cuidados Intensivos general	03	02	En Emergencia. Cuentan con espacio pero no con recursos.
U. Cuidados Intermedios Pediátrica	10		
Total	13	02	

d. Quirófanos

Departamento o servicio	Número de salas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía aséptica	4	0	

Cuentan con 51 cajas quirúrgicas, de las cuales solo 2 son para cirugía mayor y 6 para cirugía de mediana complejidad.

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

Ambiente	Área m ²	Uso	Agua		Luz		Teléfono		Observaciones (capacidad)
			Si	No	Si	No	Si	No	
Auditorio 2° PISO	150	SI		x	x		x		Ampliación para 20 camas de hospitalización (no cuentan con ellas actualmente)
Cochera	200	SI		x		x		x	Ampliación para zona de triage y evacuación de heridos
Losa Deportiva	250	SI		x		x		x	Ampliación para 60 camas (no cuentan con ellas actualmente)

FUENTE: entrevista al Jefe de Emergencia y Jefe de Economía, visita ocular.

La zona designada como área de expansión en caso de desastres es la losa deportiva. No se ha considerado la zona posterior del hospital (vista desde la Emergencia) que es una calle relativamente amplia y no transitada.

11. Datos adicionales:

Se ha culminado la elaboración del Plan Maestro del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz, el cual se encuentra en revisión por la Dirección de Infraestructura, Equipamiento y Mantenimiento DGIEM – MINSA, requisito indispensable para que el hospital pueda desarrollar y ejecutar los proyectos de inversión para la ampliación de la infraestructura en los servicios de Centro Quirúrgico, Consultorios Externos, Patología y Banco de Sangre, UCI, entre otros. En el 2009 se elaboró el Proyecto de Inversión para la Construcción del Pabellón de Gineco-Obstetricia, Pediatría, Sala de Partos y una Sala de Operación (Cesáreas), el cual ya cuenta con la aprobación a nivel de factibilidad y se está a la espera de la aprobación del Plan Maestro para la ejecución del mismo, cuyo costo es de 16 millones de soles.

4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL CARLOS LANFRANCO LA HOZ

Para una mejor descripción de los trabajos de campo, el establecimiento ha sido dividido en bloques, como se observa en la Figura 3.

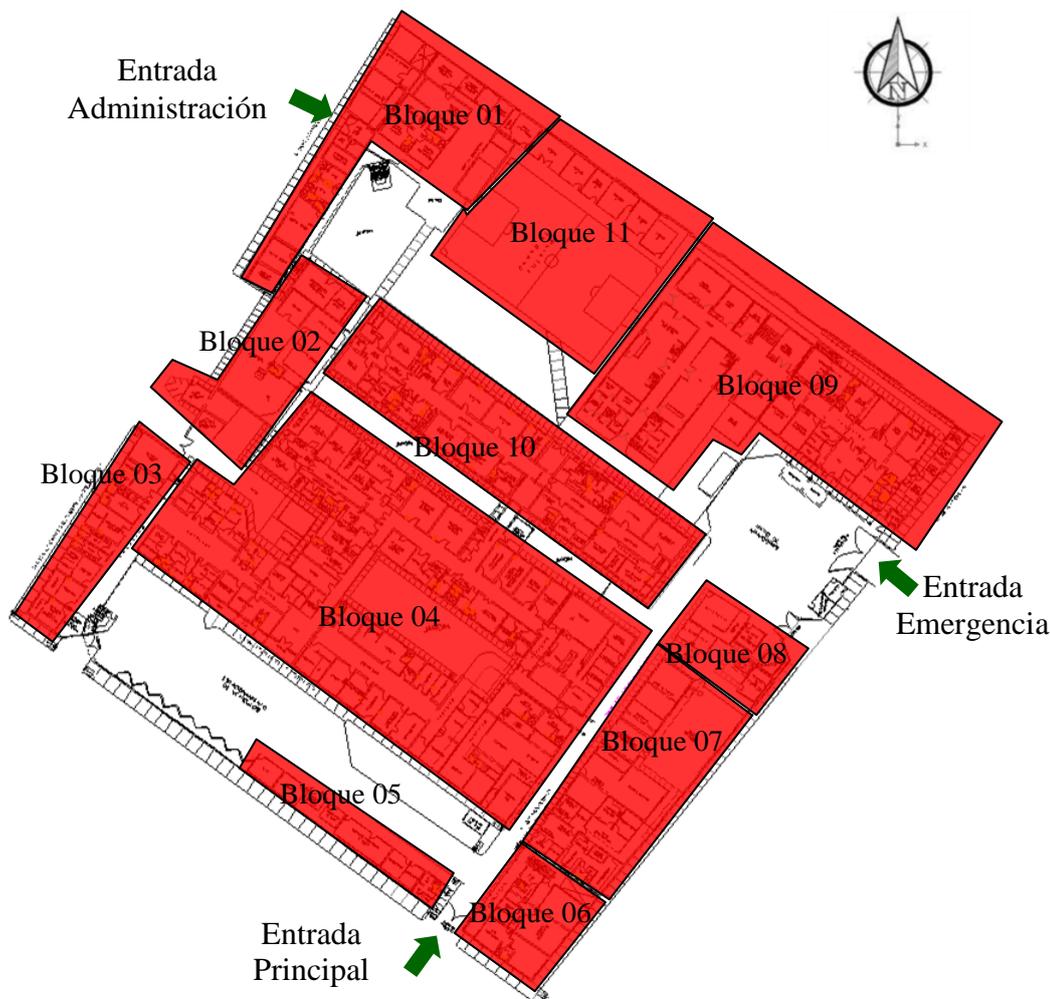


Figura 3. Distribución del Hospital Lanfranco La Hoz

Las edificaciones se agrupan como sigue:

- Bloque 01: Área administrativa
- Bloque 02: Área seguros, patrimonio, cuerpo médico, cuna, residuos sólidos y batería de oxígeno.
- Bloque 03: Consulta externa 01 (Pediatria)
- Bloque 04: Consulta externa 02, diagnóstico por imágenes, cocina, lavandería, centro quirúrgico, etc.
- Bloque 05: Órganos de apoyo y orientación.

- Bloque 06: Farmacia.
- Bloque 07: Servicios generales, laboratorio y casa de fuerza.
- Bloque 08: cafetería y tanque elevado.
- Bloque 09: Emergencia.
- Bloque 10: Gineco obstetricia y pediatría.
- Bloque 11: Almacenes y losa deportiva.

4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad

De la inspección técnica realizada al Hospital Carlos Lanfranco La Hoz se puede observar lo siguiente:

El establecimiento inicio su funcionamiento en 1971, y en el transcurso de los años se ha ido ampliando conforme el incremento de la demanda de la población. Las edificaciones de distintas épocas no tienen una adecuada junta sísmica, en la mayoría de casos sólo presenta una junta fría escondida parcialmente por los enlucidos.

El Bloque 07 y 09 están afectado por asentamientos diferenciales, de acuerdo al patrón de grietas con la cual está asociado este fenómeno. Esto se verifica con la baja capacidad portante del terreno de fundación que soporta la gran demanda de carga.

Los elementos estructurales de las edificaciones del establecimiento en estudio están en mal estado, a excepción del área de farmacia y el Bloque 9-C, edificación más reciente de dos niveles destinada a emergencia.

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

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

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

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

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

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

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

ARQUITECTÓNICOS

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

EQUIPAMIENTO

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

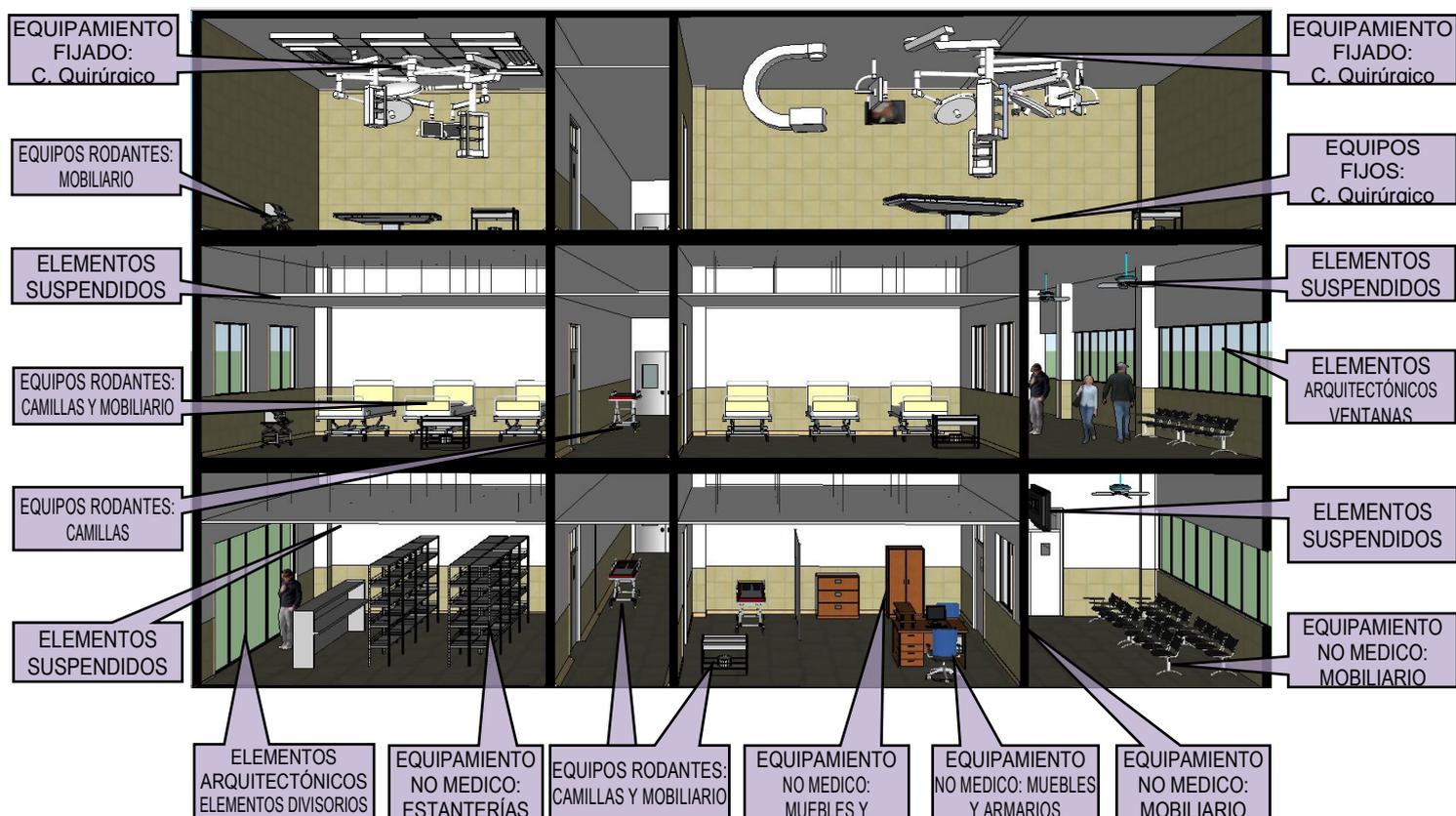


Figura 4. Elementos no estructurales

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 corresponden a imágenes de otros países.

1- Tabiques o divisiones interiores con vidrios crudos

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



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

2- Recubrimientos en fachadas

Los elementos de recubrimiento en las fachadas, generalmente son baldosas colocadas sobre mortero lo cual, pueden haber sido ejecutadas defectuosamente o haber sufrido deterioro por el paso del tiempo, que en caso de sismo puede desprenderse dañando la

integridad física de las personas que se encuentran transitando cerca de ellas.



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

3- Falsos cielos rasos,

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



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

4- Techos y cubiertas

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



Figura 7. Techos ligeros que deben estar sujetos adecuadamente a fin evitar caídas o desprendimientos

5- Parapetos, barandas y rampas

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

6- Mobiliario, Equipamiento biomédico, desplazamiento y caída de los objetos

Por no encontrarse asegurados, comprometiendo la operatividad del establecimiento, debido a la ocurrencia de los posibles daños como son:

- Impacto de objetos afilados.
- Impacto de objetos sueltos que caen de una altura apreciable.

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



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



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

7- Puertas y ventanas

Puertas mal señalizadas y/o clausuradas por el uso indebido de corredores convertidos en ambientes con otro fin, u ocupados por muebles, equipos y otros objetos. Otro problema son las puertas de

emergencia que abren en sentido contrario a la evacuación, incumpliendo normativa vigente.

8- Fijación de luminarias

Pueden desprenderse por mal anclaje al techo, y por el peso que otorgan al falso cielo raso. Se caen e incrementan el peso del falso cielo raso provocando colapso del sistema.



Figura 10. Luminarias no sujetadas adecuadamente en techo ante movimientos sísmos

9- Pavimentos,

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

4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad

A. ENTORNO FÍSICO Y POBLACIONAL Y EFECTOS ACTUALES O POTENCIALES SOBRE EL HOSPITAL

El hospital está ubicado en el distrito de Puente Piedra, al norte de la capital, en área urbana consolidada, con densidad poblacional alta. Las otras zonas de influencia son los distritos de Ancón y Santa Rosa donde se observa los siguientes indicadores:

Figura 11. Servicios básicos en el área de influencia del HCLLH

Servicios	Ancón	Puente Piedra	Santa Rosa
Porcentaje de hogares con acceso a red eléctrica	83,7	91,33	90,03
Porcentaje de viviendas con red de agua pública	70,36	37,53	57,07
Porcentaje de viviendas con desagüe	61,82	30,46	43,57
Porcentaje de viviendas sin ningún tipo de sistema de desagüe	5,53	4,32	2,73
Porcentaje de viviendas que usan gas, kerosene o electricidad para preparar alimentos	95,22	96,38	92,64
Porcentaje de viviendas precarias	5,25	4,82	6,31
Porcentaje de viviendas obtenidas mediante invasión	11,83	10,52	16,27
Porcentaje de viviendas con paredes de material rústico	41,69	38,66	42,04
Promedio de familias por vivienda	1,02	1,04	1,02
Índice de desarrollo humano (2003)	0,6732	0,6667	0,6569

Fuente: INEI-PNUD. Diapositiva de presentación del Dr. Ricardo Torres V.: “Problemática de Salud del área de influencia del Hospital “Carlos Lanfranco La Hoz” – Proyecto de Gestión 2009-2012”.

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

- Territoriales:
 - Amenaza sísmica: alta en la región.
 - Inundaciones rápidas: no esperado.
 - Inundaciones lentas: no esperado.
 - Deslizamientos: por sismo en laderas de cerros ocupadas por vivienda informal.
- Urbanos:
 - Seguridad de vivienda para sismos: se ha identificado alta vulnerabilidad sísmica en la vivienda del distrito y alrededores.
 - Incendios: no cuantificado, se estima peligro medio por el material constructivo de viviendas, depósitos, venta de pirotécnicos, industrias, depósitos de reciclables, mercados.
- 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 la circulación de ambulancias y bomberos.
 - Rutas con alta peligrosidad identificada: carretera Panamericana Norte.
 - Inseguridad del transporte: muy alta, mortalidad excesiva (segundo lugar en América Latina en atropello de peatones). [Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Naciones Unidas. <http://www.un.org/es/roadsafety/background.shtml>. Acceso: 11 octubre 2013]
 - Mortalidad por accidente vehicular: muy alta (país 3,500/año, 60% en Lima). [Aspectos psicosociales en Accidentes del Transporte Terrestre. Morales Soto Nelson Raúl, Alfaro Basso Daniel, Gálvez Rivero Wilfredo. Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública. 2010; 27(2): 273-78. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v27n2/a17v27n2.pdf>. Acceso: 11 octubre 2013]
 - Puntos críticos de eventual aislamiento local: puentes sobre el río Chillón.
 - Transporte masivo: alta densidad de buses de transporte público.



- Locales de aglomeración poblacional masiva:
 - Centros comerciales: varios, a veces sin control de la autoridad pertinente.
 - Mercados: Los de Huamantanga (de gran extensión, sector Óvalo), Regional (Óvalo Zapallal) y Monumental.
 - Espectáculos públicos: coliseos, discotecas.
- Materiales peligrosos:
 - Refinerías y plantas de combustibles: no existentes en la zona
 - Industrias químicas o energéticas: si existen en el distrito y circundantes (Central Nuclear del IPEN en Huarangal, Carabayllo; Fábrica de mechas y explosivos Famesa.
 - Surtidores de combustibles: no cercanos al hospital.
 - Industrias: confeccionistas de ropa.
- Sociales:
 - Conflictividad social: 304 conflictos/país, 25 en Lima, en 2012. [Decimosexto Informe Anual de la Defensoría del Pueblo. Defensoría del Pueblo. Enero-diciembre 2012. Lima, 2013. <http://www.defensoria.gob.pe/modules/Downloads/informes/anuales/Decimosexto-Informe-Anual.pdf>, Acceso: 14 oct 2013]
 - Desorden público: nivel medio.
 - Homicidio: nivel medio (supera 20x100 mil habitantes).
 - Seguridad pública (delincuencia): percepción de alta inseguridad (86.7% a nivel país, 84.9% en Lima). [Estadísticas sobre seguridad ciudadana. INEI. Lima, 2013. <http://cde.elcomercio.e3.pe/66/doc/0/0/5/7/6/576206.pdf>, Acceso: 11 octubre 2013]
 - Violencia masiva (terrorismo): no reportado actualmente en la zona
 - Pobreza: variable según los distritos.
- Biológicos:
 - Hídrico: no esperado.
 - Sanitario: aniegos frecuentes con aguas servidas.

- Alimentos: frecuente contaminación (intoxicación alimentaria masiva).
- Epidemias: antecedente de cólera e influenza, dengue probable (caso 2011).

B. RELACIONES FUNCIONALES DE LAS ÁREAS CRÍTICAS DEL ESTABLECIMIENTO

El Servicio de Emergencia tiene acceso del exterior por la calle Sarmiento, antes del cruce con la Av. Sáenz Peña, ingresando a través de una puerta con vigilancia constante a una amplia área de recepción donde está la Unidad de Triage (actividad que no es realizada de manera permanente).



Foto 1. Acceso público por Emergencia



Foto 2. Zona de entrada hacia Emergencia

En la entrada de Emergencia se encuentra la Unidad de Shock Trauma, a la que se accede sin restricciones, encontrándose pasadizos amplios sin mayores obstáculos para el desplazamiento y por donde se accede también a los diferentes tópicos de medicina, pediatría, ginecología-obstetricia y cirugía.



Foto 3. Puerta de Entrada a Emergencia



Foto 4. Pasadizo de Emergencia – Tópicos de atención



Foto 5. Pasadizo de Emergencia - Tópicos de atención

Siguiendo por los pasillos de Emergencia, queda adyacente la Unidad de Cuidados Intensivos, donde en algunos días puede verse cerca de su entrada, congestión en el pasadizo, ocupado por camillas con pacientes en espera de su reevaluación u hospitalización.



Foto 6. Zona de acceso a la Unidad de Cuidados Intensivos

A la Unidad de Cuidados Intensivos se accede por una entrada amplia y se observan tres camas en su interior, equipadas con monitores y ventiladores. Eventualmente puede ampliarse en suma urgencia a cinco camas.



Foto 7. Unidad de Cuidados Intensivos

Saliendo del pasadizo de la zona de la UCI, se llega a la zona de hospitalización de los diversos servicios y de Sala de Operaciones. Las zonas están señalizadas debidamente y con extinguidores con fecha de caducidad adecuada.



Foto 8. Centro Quirúrgico, con 3 salas de operaciones.



Foto 9. Entrada a salas de operaciones.

En el Centro Quirúrgico las salas de operaciones son amplias, en la zona nueva del hospital y con funcionalidad en relación a espacio adecuada. Se observa sin embargo que, debido a la falta de zona para Recuperación post operatoria, se está ocupando con construcciones de drywall un espacio que debería mantenerse como área libre dentro de su plan director.



Foto 10. Área libre que debería haber entre pabellones, ocupada actualmente con una construcción de drywall para Recuperación post operatoria.

Pasando al siguiente bloque se encuentra el Área de Imágenes que cuenta con toma de placas radiográficas (no digitales) y zona de ecografía. Adyacente se encuentra la zona de tomografía que está tercerizado. Si bien los pasadizos de acceso a la zona de Imágenes están relativamente libres, se avizora que en un futuro cercano, con mayor demanda, quedarían congestionados. Esto debido a esa zona también se ha adecuado con consultorios externos de Medicina y Cirugía.



Foto 11. Zona de Área de Imágenes



Foto 12. Se cuenta con dos ambientes de toma de placas de Rayos X



Foto 13. Avanzando hacia la zona antigua del Hospital se ubica el Laboratorio



Foto 14. Zona de entrada a Laboratorio



Foto 15. Entrada a Banco de Sangre

El Banco de Sangre (tipo I) maneja un promedio de 20 unidades al día, variando según la cantidad de donantes.



Foto 16. Ambiente de Banco de Sangre



Foto 17. Banco de Sangre

Al lado posterior del hospital queda la losa deportiva, considerado como área de ampliación en caso de emergencias. Junto a ella está el Mortuorio. Igualmente, se encuentra la zona administrativa, construida de material noble y de dos pisos, donde está el Auditorio del Hospital con un área de unos 150 m².



Foto 18. Vista parcial del Área Administrativa y losa deportiva



Foto 19. Mortuorio

Siguiendo los pasadizos laterales, se llega a la zona de Archivo, cuya parte antigua está saturada de expedientes clínicos. Por ello, se está habilitando una nueva zona en un segundo piso con drywall. Existen

también áreas pequeñas de archivos de historias clínicas, habilitadas con material de madera. Quedaran dos zonas principales de Historias Clínicas, con una que ya se está ocupando.



Foto 20. Archivo de Historias Clínicas antiguo.



Foto 21. Archivo eventual de historias clínicas.



Foto 22. Nueva zona de Archivo de Historias Clínicas.

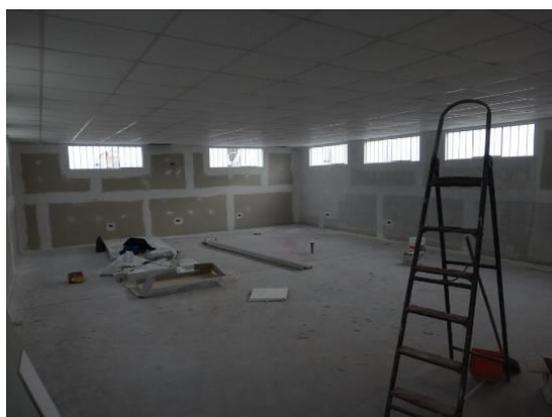


Foto 23. Nueva área para Archivo de Historias Clínicas en construcción.

En la calle lateral del hospital, opuesta a la calle Sarmiento (entrada a la Emergencia), se ubica una calle de poco tránsito, la que eventualmente en un plan podría habilitarse, en coordinación con la municipalidad, como una zona de ampliación en caso de desastre.



Foto 24. Calle lateral posterior a la entrada de emergencia.



Foto 25. Ingreso principal por Av. Sáenz Peña y esquina con la Calle Sarmiento (Ingreso a Emergencia).

4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad

4.1.4.1 Instalaciones Sanitarias

Las Instalaciones Sanitarias de agua y desagüe en el establecimiento de salud están conformadas por la infraestructura de almacenamiento, tuberías de agua y desagüe, válvulas y equipos de bombeo, los cuales por sus características e importancia deben mantenerse en estado operativo después de una emergencia, razón por la cual los niveles de riesgo a los que están expuestas deben ser los más conservadores.

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

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

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

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

En general la vulnerabilidad está afectada por los siguientes elementos:

- En tuberías enterradas en suelos blandos o material de relleno, en cambios bruscos de material
- Instalaciones con presencia de nivel freático, o en taludes inestables.
- Por las características geotécnicas del suelo
- Por el desgaste (corrosión) en tuberías metálicas y/o concreto que se instalan enterradas, empotradas y/o expuestas

4.1.4.2 Instalaciones eléctricas

Nº	SISTEMA ELÉCTRICO LÍNEAS VITALES (INSTALACIONES)	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, etc.	Grupo electrógeno de 165 KW abastece de energía a un 80 % de zonas críticas
	Regularidad de las pruebas de funcionamiento en las áreas críticas. <i>El evaluador verifica la frecuencia en que el generador es puesto a prueba con resultados satisfactorios.</i>	Todas las semanas en vacío
	¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales?.	Protegido, junto a las calderas
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	Anclajes seguro, estado regular de los cables de distribución
	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica.	Existe ingreso de energía al hospital



	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.	Existencia de tablero e interruptor, cableado expuesto, tubería rota.
	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc. Verificando el grado de iluminación y funcionalidad de lámparas.	Estado regular de zonas críticas
	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen subestaciones eléctrica o transformadores que proveen electricidad al hospital.	No existen sub estaciones, no se encontraron transformadores en el interior del hospital

N°	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.	Existen tres antenas de radio, necesitan mantenimiento
	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables de Internet). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga.	Cables de conexión de internet y telefonía en regular estado
	Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>Verificar el estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet, etc.</i>	Sistemas de perifoneo en regular estado
	Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables. Verificar que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, video-conferencia, etc.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad.	La mayoría se encuentra en estado regular con respecto a su fijación y seguridad
	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen sistemas de telecomunicaciones externos que interfieran con el grado de seguridad del hospital	Existe telefonía celular para comunicación interna, aparte del sistema de perifoneo
	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.	Local en regular estado



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 regular estado, cuentan circuito cerrado de seguridad
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------

Nº	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (DIESEL):	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.	Cisterna con capacidad de 1600 galones, para calderas y generador eléctrico
	Anclaje y buena protección de tanques y cilindros <i>apropiados</i> .	Se encuentra en ambiente de material noble y techado
	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.	Ubicación apropiada y segura al costado de sala calderas
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	Regular estado

Nº	GASES MEDICINALES (OXÍGENO, NITRÓGENO, ETC.)	OBSERVACIONES
	Almacenaje suficiente para 15 días como mínimo. .	de 8 a 10 días de abastecimiento con tanque criogénico
	Anclaje de tanques, cilindros y equipos complementarios.	Balones de oxígeno complementario asegurados
	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	Balones de CO2 y nitrógeno
	Ubicación apropiada de los recintos.	Lugar seguro y accesible
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas, tuberías y uniones).	Regular estado de valvular y otros, existencia de manga manifold pero sin balones conectados



	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales y <i>equipos, pero el personal no está entrenado; A= Áreas exclusivas para este equipamiento y el personal está entrenado.</i>	Regular seguridad
	Seguridad apropiada de los recintos. <i>B= No existen áreas reservadas para almacén de gases; M= Áreas reservadas para almacenar gases, pero sin medidas de seguridad apropiadas; A= se cuenta con áreas de almacenamiento adecuados y no tienen riesgos</i>	Seguro y accesible

N°	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 en regular estado
	Condición de tuberías, uniones, y válvulas	Válvulas y otros en regular estado
	Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente	Tanque de 800 litros de agua caliente, asegurado
	Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado.	Regular estado, requiere mantenimiento y limpieza
	Ubicación apropiada de los recintos.	Regular estado
	Seguridad apropiada de los recintos.	Regular construcción, muchas cosas en ambiente
	Funcionamiento de los equipos (Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores, entre otros	Dos calderas de 50 hp cada una, 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 A1-1, 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), estos registros de velocidad presentan en las abscisas unidades de tiempo en segundo (s) y en las ordenadas unidades de velocidad en micras/s ($\mu\text{m/s}$) donde una micra (μm) es igual a 10^{-6} metros. Para obtener la frecuencia o periodo dominante en estos registros se utiliza el concepto de Transformada de Fourier, que permite llevar el registro del dominio del tiempo al dominio de las frecuencias. Para aplicar este concepto a una serie de datos discretos se utiliza el algoritmo de Cooley and Tukey (1965) para la transformada rápida de Fourier (FFT).

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

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



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

En el presente estudio se realizaron mediciones en 10 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-11 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.

La ubicación del Hospital “Carlos Lanfranco La Hoz” en el Mapa de Microzonificación Sísmica del distrito de Puente Piedra, elaborado por el CISMID-FIC-UNI en el año 2001, indica que éste se ubica en la zona III, que corresponde a suelos de consistencia media a rígida, con periodos de suelo en promedio de 0.40 s, por tal motivo se tomaron dos puntos de medición de microtremor para el suelo de cimentación del hospital, los cuales corresponden a los puntos N° 11 y N° 12 de la figura All-1 del Anexo II.

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 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. Es notorio la presencia en todos los Espectros de Amplitudes de Fourier de las edificaciones de un segundo pico aproximadamente en el periodo de 0.30 s, este pico corresponde a la respuesta de la edificación al movimiento del suelo en su periodo fundamental de oscilación de 0.30 s, tal como se puede apreciar en las figuras All-12 Y All-13, correspondientes a los puntos N°11 y N°12 de medición del periodo del suelo, donde se aprecia claramente que el periodo de oscilación fundamental del suelo es de 0.30 s. Por ello en

las figuras All-2 al All-11, para definir el periodo de oscilación de las edificaciones del hospital, no se toma en cuenta el pico máximo que se presenta en el periodo de 0.30 s. en los Espectros de Amplitudes de Fourier.

Tabla 1. Valores de periodos fundamental estimados

Punto	Periodo (s)	
	Dirección X	Dirección Y
01	0.10	0.10
02	0.10	0.10
03	0.06 - 0.11	0.06 - 0.12
04	0.10	0.10
05	0.10	0.08 – 0.12
06	0.07 – 0.12	0.06 – 0.10
07	0.09	0.09
08	0.10	0.10
09	0.08 – 0.12	0.07 – 0.12
10	0.07 - 0.12	0.07 - 0.14

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

4.2.4. Conclusiones

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

- Los valores que periodo obtenidos para las diferentes edificaciones varían de 0.06 s a 0.14 s, valores que corresponden a edificaciones de 1 piso.



4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital

4.3.1. Generalidades

El Hospital Carlos Lanfranco La Hoz está conformado por edificaciones de 1 y 2 piso y sus estructuras están cimentadas mediante cimientos corridos con columnas y vigas de cimentación.

El Hospital Carlos Lanfranco La Hoz se ubica en la Av. Sáez Peña del distrito de Puente Piedra, 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 Carlos Lanfranco La Hoz y verificar la capacidad de carga de los cimientos de sus estructuras. Con tal motivo se realizaron trabajos de auscultación geotécnica por medio de excavación de calicatas, extracción de muestras alteradas de los estratos, las que han permitido describir el tipo de suelo predominante, las características físicas y mecánicas y el valor de la capacidad de carga admisible de las cimentaciones. Asimismo, se verificó las dimensiones de las cimentaciones ejecutadas y si éstas corresponden a las especificadas en los planos.

El programa de trabajo realizado ha consistido en lo siguiente:

- Recopilación de Información.
- Auscultación de los cimientos por medio de calicatas.
- Extracción de muestras alteradas.
- Ejecución de ensayos de laboratorio.
- Perfil stratigráfico.
- 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 ha comprobado que los materiales que componen el sub suelo pertenecen a depósitos fluvioaluviales recientes (Qr-al), los cuales están constituidos predominantemente de material fino conformados por arcillas y limos producto del abanico aluvial del río Chillón. Estos materiales forman parte de depósitos fluvio aluviales.

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

Sismicidad

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

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

4.3.4. Investigaciones de Campo

Los trabajos de exploración de campo se desarrollaron entre los días 06 y 09 de Noviembre del 2013, y consistieron en auscultar la cimentación por medio de excavación de 06 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 Carlos Lanfranco La Hoz, se realizó la exploración de 06 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 2 se presenta el resumen de las calicatas realizadas. Los reportes de registros de las calicatas se presentan en el Anexo III. La ubicación de las auscultaciones por medio de calicatas se presenta en la Lámina 1.

Tabla 2. Resumen de Calicatas Excavadas en el Área de Estudio

Calicata	Prof. Investigada (m.)	Nivel Freático	Nº Muestras
C-1	1.50	N.A	1
C-2	2.00	N.A	1
C-3	1.50	N.A	1
C-4	1.40	N.A	1
C-5	2.00	N.A	1
C-6	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 Carlos Lanfranco La Hoz, se realizó la auscultación de la cimentación en 05 zonas mediante calicatas y una calicata para la verificación del terreno 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 3 se presenta el resumen de las cimentaciones auscultadas y las principales características de cada una de ellas.

Tabla 3. Resumen de las Cimentaciones Descubiertas

Cimientos descubiertas	Largo (m.)	Ancho (m.)	Peralte (m.)	Prof. Cimentación (m.)
C-1	Corrida	0.60	0.50	0.60
C-2	Corrida	0.60	0.50	0.60
C-3	Corrida	0.60	0.90	1.00
C-4	Corrida	0.60	0.50	0.60
C-5	Zapata	1.30	0.50	1.70
C-6	Verificación del terreno			

4.3.5. Ensayos de Laboratorio

Con las muestras obtenidas de las calicatas se realizaron 06 análisis granulométricos por tamizado, 06 límites de consistencia, 01 corte directo y 01 análisis químico según las normas ASTM correspondientes.

Los ensayos estándar para la clasificación de suelos y propiedades mecánicas, se realizaron en el Laboratorio Geotécnico de CISMID. Dichos resultados se presentan en la Tabla 4 y la Tabla 5, donde se muestra el resumen de la cantidad de ensayos realizados y sus resultados.

Tabla 4. Resultados de los Ensayos de Laboratorio y Clasificación de suelos

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
Muestra	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m)	0.80-1.50	0.70-1.50	1.70-2.00	0.70-1.50	0.80-2.00	1.00-2.00
%Gravas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%Arena	40.4	1.0	14.9	40.4	3.3	4.1
%Finos	59.6	99.0	58.1	59.6	96.7	95.9
L.L.	34	19	34	32	34	32
L.P.	13	4	13	11	13	11
Humedad W%	34.1	17.3	27.3	16.0	24.0	20.3
SUCS	CL	CL-ML	CL	CL	CL	CL

Tabla 5. Resultados del ensayo de corte directo

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Clasificación SUCS	Parámetros Drenados	
				Angulo de Fricción (°)	Cohesión (kg/cm ²)
C-5	M-1	0.80-2.00	CL	20°	0.5

4.3.6. Perfil Estratigráfico

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

CALICATA C-1.

Losa de concreto de 010 m.

La capa superficial está conformada por tierra de cultivo conformada por limo arcillosa (ML), color marrón oscuro, húmedo, de consistencia blanda, presenta gravas redondeadas aisladas y raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 0.80 m.

Subyaciendo a este estrato se encuentra un estrato de arcilla inorgánica delgada, arenosa (CL), color marrón claro, húmedo, de consistencia dura con presencia de carbonatos (caliche). Este estrato tiene un espesor mayor a los 1.50 m. investigados.

CALICATA C-2

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por tierra de cultivo conformada por limos arcillosos con arena fina (ML), color marrón, húmedo, de consistencia media blanda, presenta gravas angulosas aisladas y raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 1.20 metros.

Subyaciendo a este material se encuentra un estrato de limo inorgánico de baja plasticidad (ML), color marrón claro, húmedo, de consistencia dura, con presencia de carbonatos (caliche). Este estrato tiene un espesor a 0.50 m.



Debajo de este estrato se encuentra una arcilla limosa con arena (CL-ML), color gris con intercalaciones amarillentas, húmedo, de consistencia dura con presencia de carbonatos (caliche). 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 tierra de cultivo conformada por limo orgánico (ML), color marrón oscuro, húmedo, de consistencia blanda, contiene gravas angulosas aisladas y raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 0.70 metros.

Subyaciendo a este estrato se encuentra una arcilla inorgánica delgada (CL), color gris amarillenta, húmedo, de consistencia dura con presencia de carbonatos (caliche). Este estrato tiene un espesor mayor a los 1.50 m. investigados.

CALICATA C-4.

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por tierra de cultivo conformada por limo orgánico (ML), color marrón oscuro, húmedo, de consistencia blanda, contiene gravas angulosas aisladas y raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 0.70 metros.

Subyaciendo a este estrato se encuentra una arcilla inorgánica delgada (CL), color gris amarillenta, húmedo, de consistencia dura con presencia de carbonatos (caliche). Este estrato tiene un espesor mayor a los 1.50 m. investigados.

CALICATA C-5.

Losa de concreto de 0.10 m.

La capa superficial está conformada por tierra de cultivo conformada por limo orgánico (ML), color marrón oscuro, húmedo, de consistencia blanda, contiene gravas angulosas aisladas y raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 0.80 metros.

Subyaciendo a este estrato se encuentra una arcilla inorgánica delgada (CL), color gris amarillenta, húmeda, de consistencia dura con presencia de carbonatos (caliche), densidad humedad $\gamma_n = 1.79 \text{ gr/cm}^3$, humedad $w=24\%$, ángulo de fricción interna $\Phi = 20^\circ$, $C=0.5 \text{ Kg/cm}^2$. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m. investigados.

CALICATA C-6.

La capa superficial está conformada por tierra de cultivo conformada por limo orgánico (ML), color marrón oscuro, húmedo, de consistencia blanda, contiene gravas angulosas aisladas y raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 1.00 m.

Subyaciendo a este estrato se encuentra una arcilla inorgánica delgada (CL), color gris amarillenta, húmedo, de consistencia dura, con presencia de carbonatos (caliche) con óxidos. Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m investigados.

4.3.7. Análisis de la Cimentación

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

Profundidad de Cimentación:

La profundidad de cimentación (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. $D_f=0.60 \text{ m}$, se encuentra sobre arcilla delgada con arena (CL).

En la zona de la calicata C-2. $D_f=0.60 \text{ m.}$, se encuentra sobre arcilla limosa con arena (CL-ML).

En la zona de la calicata C-3. $D_f=1.00 \text{ m}$, se encuentra sobre arcilla delgada (CL).

En la zona de la calicata C-4. $D_f=0.60 \text{ m}$, se encuentra sobre arcilla delgada (CL).

En la zona de la calicata C-5. $D_f=1.70$ m, se encuentra sobre arcilla delgada (CL).

Teniendo en cuenta los resultados de la auscultación de los cimientos, se encuentra que la profundidad de cimentación varía entre 0.60m y 1.70m. La mayor parte de las estructuras están cimentadas con cimientos corridos de 0.60 m de ancho y desplantadas a 0.60 m de profundidad, la cual no cumple con la profundidad mínima de cimentación de 0.80 m, especificada en la Norma de Suelos y Cimentaciones E-050.

También se encontraron zapatas de 1.30 m de ancho, desplantadas a 1.70 m de profundidad, sobre el estrato de arcilla. No se ha encontrado evidencias de existencia de falsas zapatas.

Capacidad Admisible

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

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

Se analizó la capacidad admisible tanto para la zapata como para la cimentación corrida.

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

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

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.

$N_c, N_\gamma, N_q =$ parámetros de capacidad portante en función de ϕ .

$S_c, S_\gamma, S_q =$ 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 6. 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)
Zapata	Arcilla delgada	1.30	1.70	1.79	0.5	20	3.88	1.29
Cimiento Corrido.	Arcilla delgada	0.60	0.60	1.79	0.5	20	1.72	0.57

* Nota: Se calcula por falla general.

Cálculo de Asentamiento

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

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

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

Donde:

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

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

Tabla 7. Cálculo de Asentamientos de la Cimentación

Ubicación	Suelo de fundación	B (m)	Es Kg/cm ²	Q _{ad} (1) kg/cm ²	Si Cm
Zapata	Arcilla delgada	1.30	2000	1.29	0.47
Cimiento Corrido	Arcilla delgada	0.6	2000	0.57	0.15

Donde:

Df	:	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 arcilloso limoso, rígido. En consecuencia, las características dinámicas de este material corresponden a un suelo medianamente flexible, 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, es decir un suelo medianamente flexible, con un período predominante de $T_S = 0.6$ s y un factor de suelo $S = 1.2$.

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

$$V = \frac{Z_x U_x S_x C_x P}{R}$$

Tabla 8. Parámetros de diseño sismorresistente

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

4.3.8. Agresividad del Suelo de 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 Tabla 9. 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-06, como son Contenido de Sales Solubles Totales, de Cloruros y Sulfatos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 9. Elementos Químicos Nocivos para la Cimentación

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

Tabla 10. Ensayos Químicos Ejecutados

Calicata y muestra	Profundidad promedio	(p.p.m) valores prom.				Agresión
		s.s.t	so	cl	ph	
C-4 M-1	2.30m	7062	6908	110	-	Severo

En consecuencia, la presencia de sulfatos solubles en agua es de 6908 ppm, está entre 2000-20000 ppm, el cual presentará severo ataque químico al concreto de la cimentación. Cloruros 110 ppm menor que 6000 ppm, no ocasionarán problemas de corrosión a las armaduras y las sales solubles totales de 7062 ppm menor que 15000 ppm no ocasionarán problemas de pérdida de resistencia mecánica por los problemas de lixiviación.

4.3.9. Conclusiones

- Se han ejecutado 06 auscultaciones por excavaciones manuales denominadas C-1 a C-6, con profundidades variables, las que están comprendidas desde los 1.50 m hasta los 2.00 m. La auscultación de la cimentación se realizó en las 05 zonas indicadas. Hasta la profundidad explorada no se ubicó el nivel freático.
- El perfil estratigráfico está conformado por tierra de cultivo conformado por limo orgánico (ML), color marrón oscuro, húmedo, de consistencia blanda, presenta gravas angulosas aisladas y raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 0.70 metros.
- Subyaciendo a este estrato se encuentran arcilla inorgánica delgada (CL), color gris amarillenta, húmedo, de consistencia dura con presencia de carbonatos (caliche) densidad humedad $\gamma_n=1.70$ gr/cm³, humedad W=24%, ángulo de fricción interno $\Phi= 20^\circ$, C=0.5 Kg/cm². Este estrato tiene un espesor mayor a los 2.00 m. investigados.



PERÚ

Ministerio
de Salud

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



- La profundidad de cimentación encontrada en las estructuras auscultadas, varía de 0.60 m, a 1.70 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 1.00 Kg/cm² para los cimientos corridos de acuerdo a las dimensiones especificadas en el presente estudio.
- Para el análisis sismorresistente de las estructuras, el Hospital Carlos Lanfranco La Hoz 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 $T_p = 0.6$ y un factor de suelo $S= 1.2$.
- Los resultados de los análisis químicos de los suelos donde se desplanta la cimentación, muestra altas concentraciones de sulfatos, lo cual ocasiona un severo ataque al concreto de la cimentación. Así mismo, se encuentran bajas concentraciones de sales solubles totales y cloruros, los cuales no ocasionarán problemas a la cimentación.
- Las conclusiones y recomendaciones presentadas, solo se aplicaran al área estudiada, no será aplicada en otros sectores y para otros fines.

4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas

4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero

Se han extraído muestras de acero de refuerzo de elementos estructurales de los edificios considerados críticos. Se localizó los ejes del acero usando el equipo de detección de acero PROFOMETER y luego se realizó el picado del concreto de recubrimiento para descubrir el acero y retirar una muestra. Luego se reemplazó el acero y se hizo el resane de la zona intervenida. Ver Foto 27.

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/cm².

4.4.3. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido

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

El CISMID destacó un equipo técnico para que realizara la extracción de muestras de concreto. Se realizó la extracción de diez muestras de concreto endurecido en elementos estructurales. Ver Foto 26

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 11 se puede ver el resumen de los ensayos.

Tabla 11. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

Id-	elemento	f'c	Ubicación
M-01	Columna	171.8	Bloque 9 (antiguo)
M-02	Columna	267.7	Bloque 9 (nuevo)
M-03	Columna	139.3	Tanque elevado
M-04	Columna	141.6	Bloque 7
M-05	Columna	149.9	Bloque 7
M-06	Columna	120.3	Bloque 7
M-07	Columna	183.3	Bloque 4
M-08	Columna	168.7	Bloque 4
M-09	Columna	167.3	Bloque 4
M-10	Columna	103.6	Bloque 4

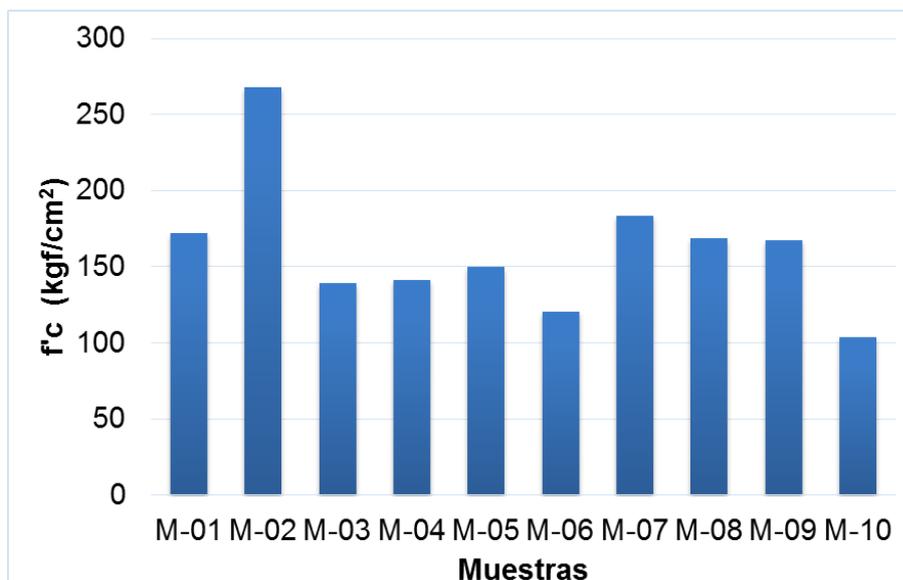


Figura 12. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

Registro Fotográfico



Foto 26. Extracción de núcleos de concreto



Foto 27. Extracción de muestras de acero de elementos estructurales



Foto 28. Muestras de acero, antes y después del ensayo de tracción.



Foto 29. Ensayo de tracción de muestras de acero



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Carlos Lanfranco La Hoz
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha de ensayo: 13/11/2013

IDENTIFICACIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Fecha de extracción	04/11/2013	04/11/2013	04/11/2013	04/11/2013	04/11/2013
Elemento Estructural	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	13.30	14.50	14.50	14.50	13.60
Diámetro (cm)	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
Área (cm²)	43.01	43.01	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	7510	11550	6010	6110	6530
Resistencia (Kg/cm²)	174.6	268.6	139.7	142.1	151.8
Relación altura/diámetro	1.797	1.959	1.959	1.959	1.838
Factor de corrección	0.984	0.997	0.997	0.997	0.987
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	171.8	267.7	139.3	141.6	149.9
Tipo de falla	Columna	Corte	Corte	Corte	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° 09-1-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Carlos Lanfranco La Hoz
 Tipo de probeta: Cilíndrica
 Material: Concreto
 Fecha de ensayo: 13/11/2013

IDENTIFICACIÓN	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
Fecha de extracción	04/11/2013	04/11/2013	04/11/2013	04/11/2013	04/11/2013
Elemento Estructural	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
Altura (cm)	13.60	9.10	13.60	14.60	11.90
Diámetro (cm)	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
Área (cm²)	43.01	43.01	43.01	43.01	43.01
Carga (Kg)	5240	8520	7350	7210	4600
Resistencia (Kg/cm²)	121.8	198.1	170.9	167.6	107.0
Relación altura/diámetro	1.838	1.230	1.838	1.973	1.608
Factor de corrección	0.987	0.925	0.987	0.998	0.969
Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm²)	120.3	183.3	168.7	167.3	103.6
Tipo de falla	Columnar	Corte	Columnar	Columnar	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 Alberto Zavala Toledo
 Jefe del Laboratorio de estructuras del CISMID



ENSAYO DE TRACCIÓN EN BARRAS DE ACERO

Procedencia: Hospital Carlos Lanfranco La Hoz
 Tipo de probeta: Barras
 Material: Acero
 Fecha de ensayo: 02/12/2013

Muestra	Dimensiones		Peso (Kg/m)	Fuerza (Kg)		Límite de fluencia f_y (kg/cm ²)	Resistencia a la tracción R (kg/cm ²)	R/ f_y
	Ø (cm)	Área (cm ²)		Fluencia	Máxima			
M1	1.85	2.69	2.29	12700	21370	4724	7949	1.7
M2	1.60	2.01	1.62	8600	13920	4277	6923	1.6
M3	1.85	2.69	2.24	13400	22300	4985	8295	1.7

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

Informe N° 24-CISMID/2013

Ensayo: LMLD/GABM

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

A continuación se presentan los esquemas de ubicación de puntos de extracción de muestras de concreto.

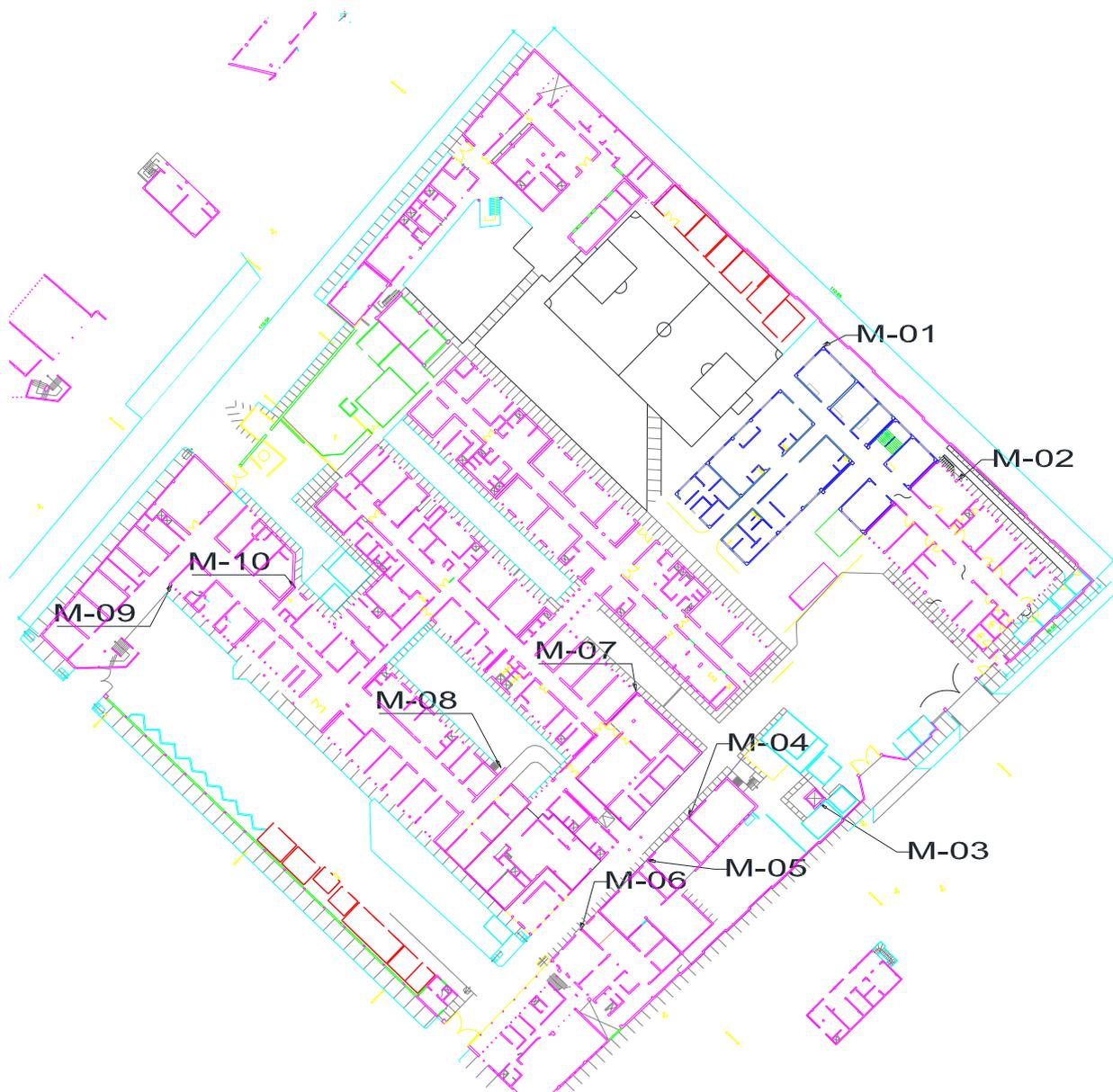


Figura 13. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto



Figura 14. Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero M-1, M-2 y M-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

El Hospital Carlos Lanfranco La Hoz está conformado por 11 bloques, como se indica en el ítem 4, de los cuales cuatro (04) bloques se identificaron como áreas críticas que deberán seguir operando en el eventual caso de un sismo severo. En esta sección se presenta el diagnóstico del comportamiento estructural de las edificaciones del hospital. En la siguiente tabla se ubican las áreas críticas de acuerdo al bloque en el que fue dividido el establecimiento.

Servicio de emergencia	Bloque 09
Sala de operaciones	Bloque 04
Unidad de cuidados intensivos	Bloque 09
Recuperación postoperatoria	Bloque 04
Laboratorios	Bloque 07
Radiología	Bloque 04
Banco de sangre	Bloque 07
Líneas vitales (batería de oxígeno, casa de fuerza, tanque elevado)	Bloque 02*, 07, 08

* En el Bloque 02 se encuentra la batería de oxígeno, la cual está expuesta dentro de un cerco de albañilería sin alguna estructura que la proteja.

Bloque 04 está conformado por la consulta externa 02, diagnóstico por imágenes, cocina, lavandería y centro quirúrgico. Edificación de un nivel en su mayoría, con varios ambientes conectados por pasillos sin una adecuada junta sísmica. Está conformado por pórticos de concertó armado y muros de albañilería confinada y techo aligerado. El ambiente de diagnóstico por imágenes, de igual sistema estructural, es de dos niveles (con techos aligerados en ambos niveles), cuyo acceso es mediante una escalera metálica. El centro quirúrgico y departamento de anestesiología se ha ampliado, este nuevo ambiente está conformado por paneles metálicos tipo sándwich (con EPS en el centro).

El Bloque 07 está conformado por los servicios generales, laboratorio y casa de fuerza. Edificación de un nivel, conformada por pórticos de concreto armado, muros de albañilería en los vanos y techo aligerado.

El Bloque 08 está conformado por la cafetería y tanque elevado. La cafetería está conformada por paneles de drywall y cobertura liviana. El tanque elevado es de concreto armado, placas, vigas, losas de techo y entrepiso.

El Bloque 09 está conformado por emergencia y UCI. Se puede subdividir en dos estructuras de distintas épocas. La construida recientemente es de dos niveles; la cual está conformada por una edificación de pórticos de concreto armado, placas de concreto armado, muros de albañilería en los vanos y techo aligerado en ambos niveles, en el segundo nivel también existen ambientes conformados por drywall y cobertura liviana; el acceso al segundo nivel es mediante una escalera metálica. La estructura antigua es de un nivel, conformada por pórticos de concreto armado, muros de albañilería en los vanos y techo aligerado.

En esta sección se han modelado cuatro bloques (Bloque 04, 07, 08 y 09) mientras que la batería de oxígeno del Bloque 02 al no ser protegido por una estructura adecuada no está considerada en análisis.

Las consideraciones empleadas para la evaluación estructural ante cargas gravitacionales y sísmicas se describen en los siguientes ítems.

5.1. Modelos Matemáticos

Los modelos matemáticos se desarrollaron en el programa de cómputo *ETABS* v9.7.4. El análisis empleado fue del tipo lineal elástico, donde las vigas y columnas se representaron mediante elementos tipo *frame*, los muros de albañilería y las losas aligeradas se modelaron como tipo *Shell* que transmiten cargas sobre las vigas en la dirección correspondiente.

Para el análisis sísmico se empleó el análisis modal espectral especificado en la norma sismorresistente peruana E.030.

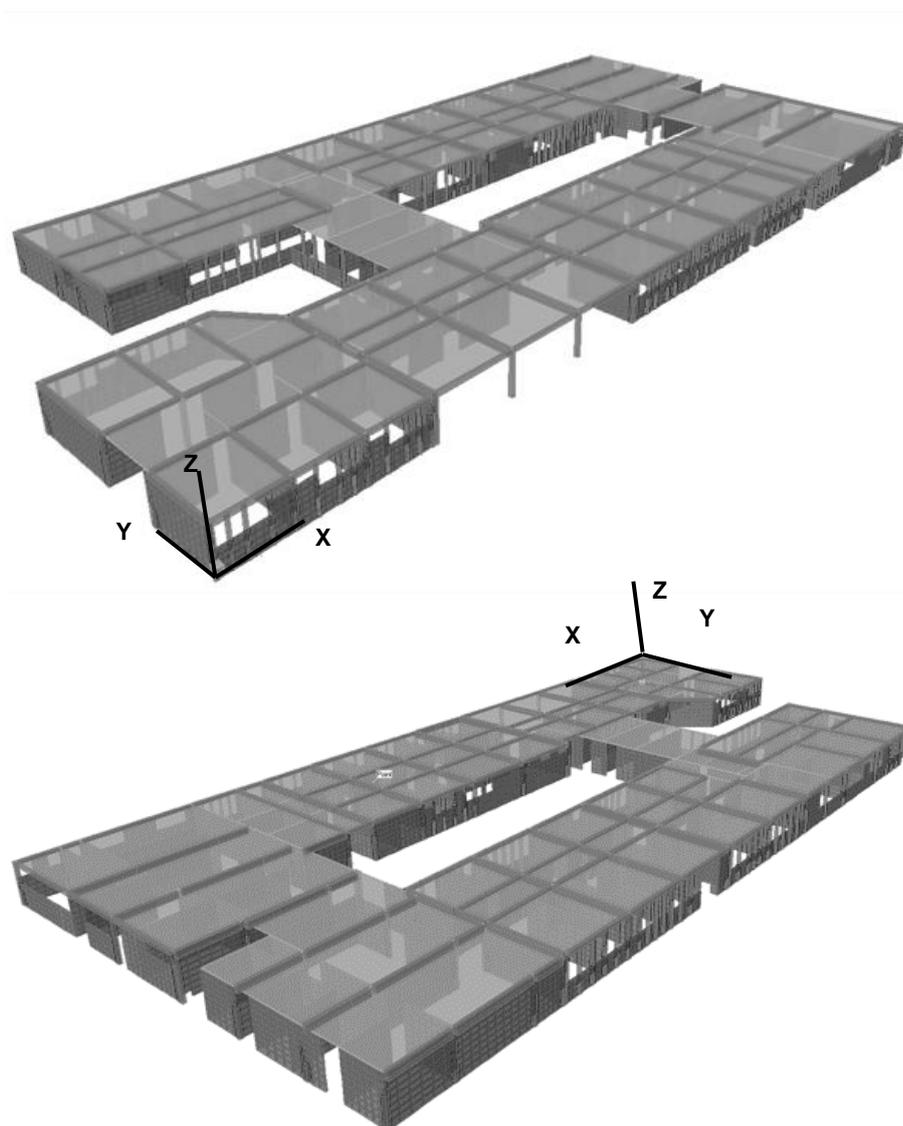


Figura 15. Modelo matemático tridimensional del Bloque 04

Las estructuras A, B y D del Bloque 4 son áreas críticas, y corresponden a la sala de operaciones, cuidados intermedios y sala de imágenes, respectivamente. Mientras que las estructuras C y G corresponde a consulta externa, E a lavandería y cocina, y F a corredor.

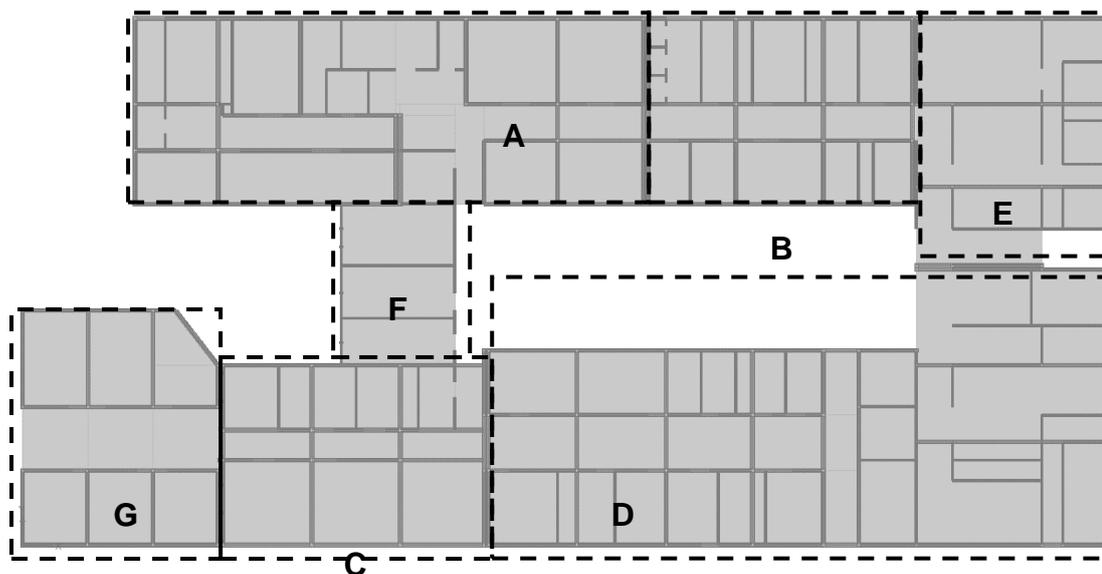


Figura 16. Vista en planta del modelo matemático tridimensional del Bloque 04

El Bloque 4 presenta juntas de construcción y juntas de separación que no satisfacen los requerimientos de la norma técnica sismorresistente N.T.E.-E.030. Debido a esto, las estructuras del Bloque 04 son analizadas simultáneamente en un mismo modelo matemático considerando las características descritas anteriormente, como se observa en la Figura 15. Adicionalmente las estructura A, B y D del Bloque 4 son analizadas independientemente según la distribución planteada en la Figura 16, puesto que son áreas críticas.

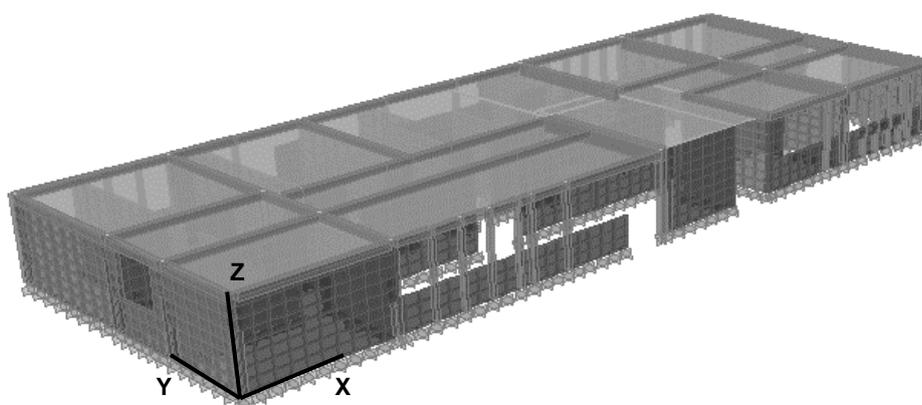


Figura 17. Modelo matemático tridimensional del Bloque 04-A

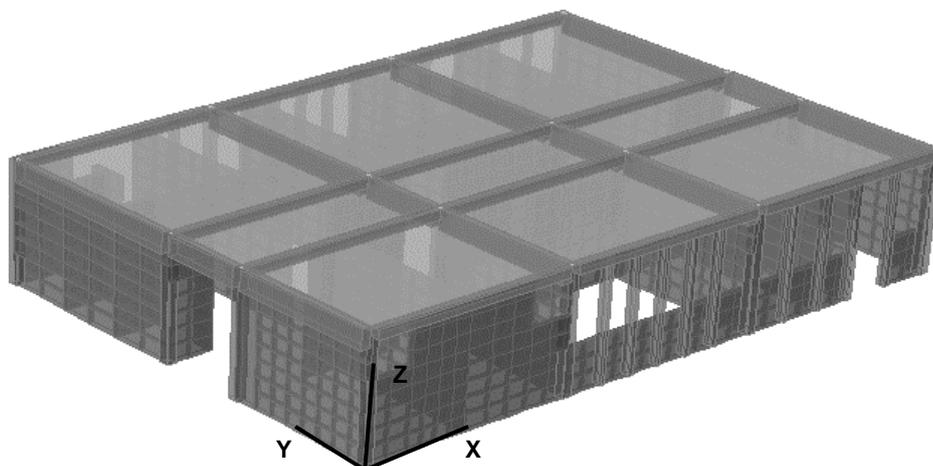


Figura 18. Modelo matemático tridimensional del Bloque 04-B

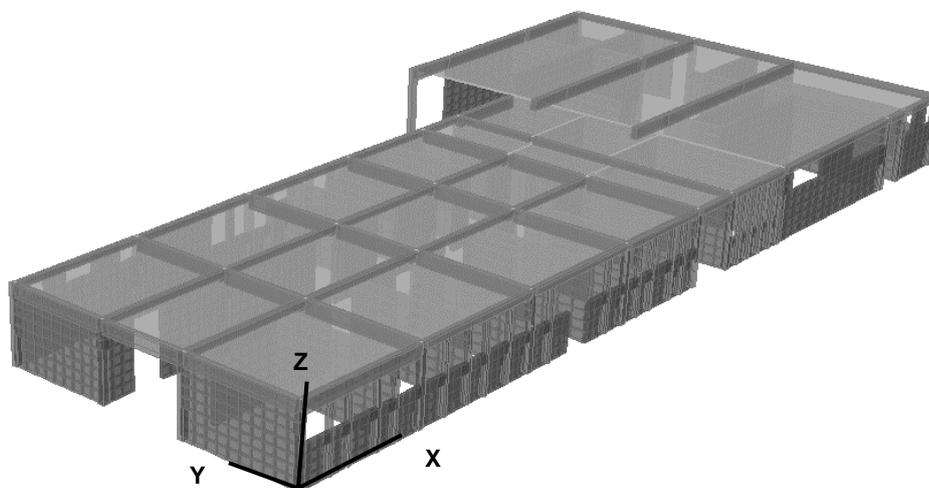


Figura 19. Modelo matemático tridimensional del Bloque 04-D

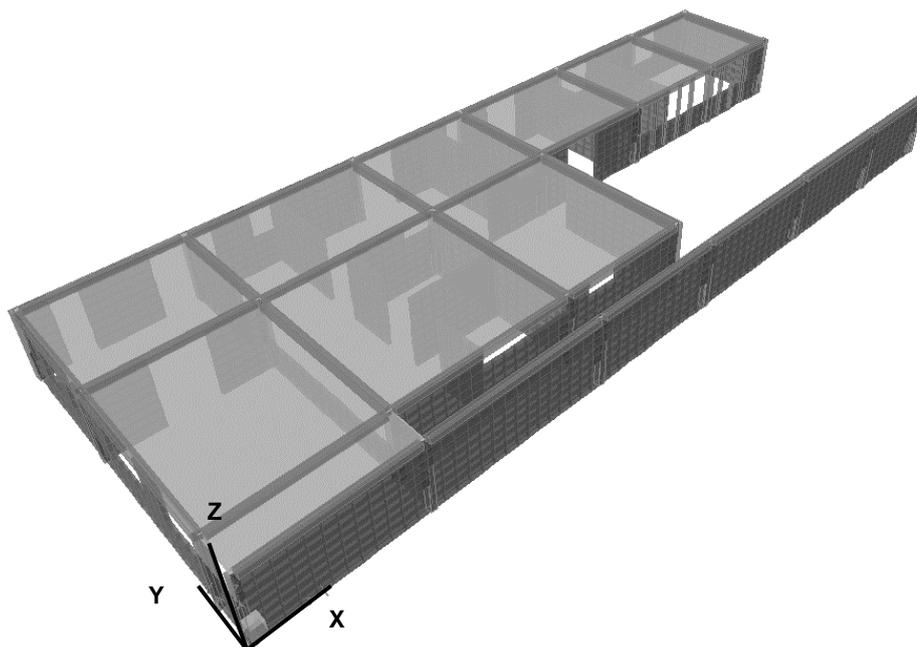


Figura 20. Modelo matemático tridimensional del Bloque 07

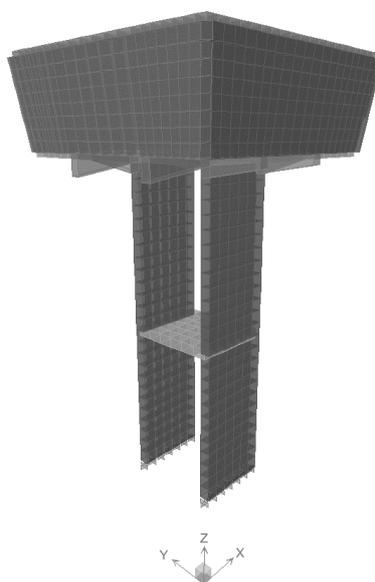


Figura 21. Modelo matemático tridimensional del Bloque 08 (tanque elevado)

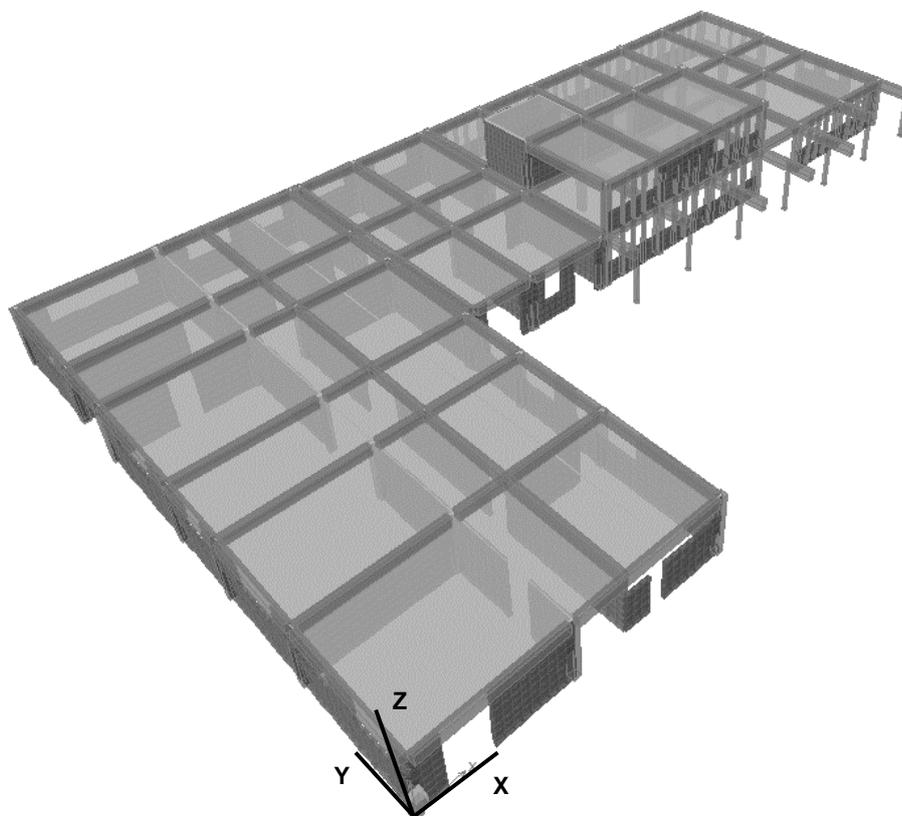


Figura 22. Modelo matemático tridimensional del Bloque 09

El Bloque 09 presenta dos juntas de separación que dividen al bloque en tres estructuras. La estructura A comprende emergencias (estructura más reciente de dos niveles), mientras que el B y C comprenden la UCI (estructura más antigua de un nivel).

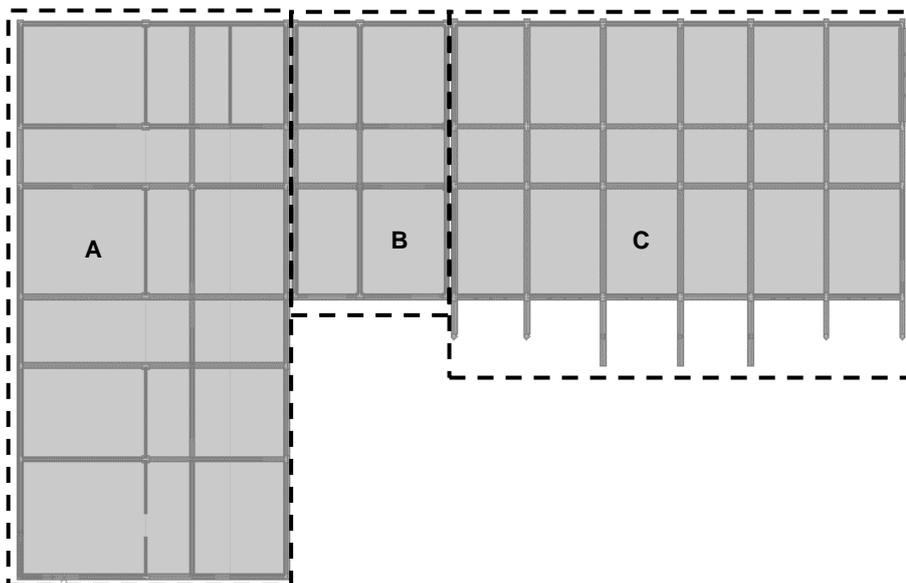


Figura 23. Vista en planta del modelo matemático tridimensional del Bloque 09

5.2. Demandas de Carga

La Tabla 12 muestra las cargas muertas (D) que se han aplicado en los modelos matemáticos. Para el análisis estructural, la carga de tabiquería ha sido aplicada sólo en las azoteas donde se han construido oficinas a base de material ligero (*drywall*), según sea el caso, en el resto de niveles, los muros de tabiquería han sido considerados dentro del modelo matemático ya que estos proporcionan rigidez y peso al edificio. Asimismo, la carga de acabados se aplicó en todos los pisos.

Tabla 12. Cargas muertas (D) en kgf/m²

Elemento	Carga muerta
Tabiquería	50
Acabados	130

En el caso de la carga viva (sobrecarga), se han diferenciado según su uso según lo indicado en la norma E.020 (Tabla 13). En las azoteas, en lugar de tener una sobrecarga mínima (100 kgf/m²), se ha empleado una sobrecarga tipo oficinas ya que según lo descrito en el párrafo anterior,

estas zonas han sido ocupadas como oficinas, según sea aplicable en cada edificación.

Tabla 13. Cargas vivas (L) en kgf/m²

Elemento	Carga viva *
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	300
Cuartos	300
Corredores	400
Oficinas	250

* De acuerdo con la norma E.020

Para el caso de las cargas ante sismo severo (E), los parámetros empleados fueron $Z=0.4$, $U=1.5$, $S=1.0$, $R=3$, parámetro que intenta considerar la interacción de los muros de albañilería con los pórticos de concreto armado.

Según la norma sismorresistente peruana E.030 se debe incluir un porcentaje de la carga viva en el análisis sísmico dependiendo de la categoría de la edificación. Para esta evaluación, ya que la edificación califica como categoría A, se ha empleado un 50% de la carga viva en todos los pisos.

Las propiedades de resistencia del concreto han sido obtenidas de ensayos experimentales según lo indicado en la sección 4.4 de este informe. La Tabla 14 resume los valores de resistencia a la compresión del concreto y el módulo de elasticidad que se han empleado en la evaluación estructural. Con respecto a los resultados de la resistencia del concreto mostrados en la Tabla 14, se observa que estos son menores al mínimo indicado en la sección 4.6.6 de la norma E.060; sin embargo, la inclusión de muros de albañilería adheridos a los pórticos de concreto ha suplido la reducción de la resistencia de la edificación ante cargas gravitacionales como ante acciones sísmicas, lo cual se puede observar en la sección 5.5 de este informe.

Se ha considerado que la resistencia a la fluencia del acero de refuerzo (f_y) es igual a 4200 kgf/cm². Los resultados de los ensayos superan este valor nominal, por lo que se puede concluir que el acero de refuerzo

empleado cumple con la norma ASTM 615. Se ha supuesto que la albañilería tiene una resistencia a la compresión axial (f'_m) igual a 35 kgf/cm².

Tabla 14. Resistencia del concreto en kg/cm²

Bloque	$f'c$ (kgf/cm ²)	E (kgf/cm ²)
4	103.6 – 183.3	153694 - 204436
7	147.6	153694
9-A,B	171.8	183451
8	139.3	197919
9-C (*)	267.7	178218

(*) Edificación más reciente de dos niveles destinado a emergencias

La Tabla 15 muestra las combinaciones en servicio que propone la norma peruana E.020 (Cargas; mientras que en la Tabla 16 se muestran las combinaciones a rotura empleadas para el caso de los elementos de concreto sugeridas en la sección 9 de la norma peruana de Concreto Armado (E.060).

Tabla 15. Combinaciones a Servicio (E.020)

Combinación	A Servicio
1	D
2	D+L
3	D ± 0.7E

Tabla 16. Combinaciones a Rotura (E.060)

Combinación	A Rotura
1	1.4D+1.7L
2	1.25 (D+L) ± E
3	0.9D ± E

Se ha realizado la revisión de la fuerza cortante mínima en la base según la recomendación indicada en la sección 18 de la norma técnica E.030. Los valores de amplificación se presentan en la Tabla 17. Para el caso de estructuras regulares la comparación se realizó con el 0.8V y para el caso de los edificios irregulares, con el 0.9V, donde V representa el cortante en la base calculado mediante el procedimiento estático descrito en la norma técnica E.030.

Tabla 17. Factores de amplificación de las demandas sísmicas obtenidas de la verificación del cortante en la base

Bloque	Dirección X	Dirección Y
4-A	1.04	1.20
4-B	1.04	1.98
4-D	2.28	3.70
7	1.05	1.48
8	1.71	3.55
9-A	1.83	2.52
9-B	1.18	1.92
9-C	1.54	3.03

5.3. Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo

Los modelos matemáticos fueron calibrados para alcanzar los periodos obtenidos en la sección 4.2. En la Tabla 18 se resumen los periodos de los principales modos obtenidos del modelo matemático. Se puede observar que existe una buena correlación entre lo obtenido experimentalmente y lo calculado, esto indica que los modelos matemáticos representan el comportamiento esperado de la edificación analizada.

Tabla 18. Periodo de los principales modos obtenidos de los modelos matemáticos

Bloque	Periodo (s)	
	Dirección X	Dirección Y
4-A	0.092	0.073
4-B	0.099	0.056
4-D	0.085	0.076
7	0.077	0.096 (Laboratorio) 0.065 (Casa de fuerza)
8	1.31	0.45
9-A	0.05	0.03
9-B	0.05	0.02
9-C	0.06	0.04

Los desplazamientos se han obtenido multiplicando los valores obtenidos de los modelos matemáticos por $0.75R$ de acuerdo a lo recomendado por la norma técnica E.030.

En la Tabla 19 se muestran los desplazamientos y las distorsiones de cada bloque, amplificados de acuerdo a lo indicado (desplazamiento y distorsión inelástica).

Tabla 19. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 4

Estructura	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
A	0.00851	0.00272	0.00311	0.00099
B	0.00418	0.00134	0.00661	0.00211
D	0.01309	0.00419	0.01980	0.00633

Tabla 20. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo severo del Bloque 4

Estructura	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión		Desplazamiento
A	0.01702	0.00545	0.00621	0.00199
B	0.00837	0.00268	0.01321	0.00423
D	0.02618	0.00838	0.03959	0.01267

Tabla 21. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 7

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
1	0.00164	0.00052	0.00283	0.00091

Tabla 22. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo severo del Bloque 7

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
1	0.00327	0.00105	0.00566	0.00181

Tabla 23. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 8

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
Fondo de tanque	0.03026	0.13489	0.00004	0.00016

Tabla 24. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo severo del Bloque 8

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
Fondo de tanque	0.06053	0.26978	0.00007	0.00032

Tabla 25. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 9

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
A	0.00111	0.00035	0.00048	0.00015
B	0.00062	0.00019	0.00052	0.00016
C – Piso 1	0.00309	0.00097	0.00129	0.00041
C – Piso 2	0.00349	0.00014	0.00170	0.00014

Tabla 26. Desplazamientos (m) y distorsiones para sismo moderado del Bloque 9

Nivel	Sismo X		Sismo Y	
	Desplazamiento	Distorsión	Desplazamiento	Distorsión
A	0.00222	0.00070	0.00096	0.00030
B	0.00123	0.00039	0.00104	0.00033
C – Piso 1	0.00618	0.00195	0.00259	0.00081
C – Piso 2	0.00699	0.00028	0.00340	0.00028

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

En esta sección se describe si las edificaciones tienen la capacidad de soportar las fuerzas inducidas durante un sismo moderado y severo.

En la Figura 24 a la Figura 27 se muestran las distorsiones para un sismo moderado y un sismo severo. En estas figuras se comparan las distorsiones inelásticas obtenidas del análisis con un límite de protección de la tabiquería (0.0015 para sismo moderado y 0.003 para sismo severo), y el límite permisible de acuerdo con la norma técnica E.030 (0.005).

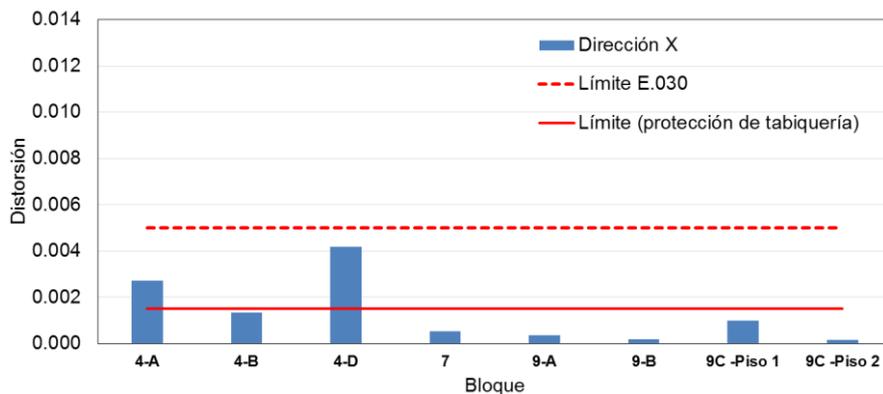


Figura 24. Distorsiones para sismo moderado en la dirección X

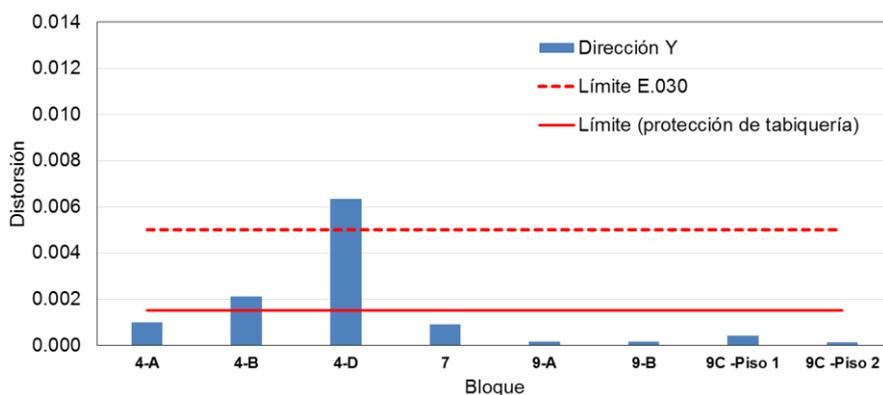


Figura 25. Distorsiones para sismo moderado en la dirección Y

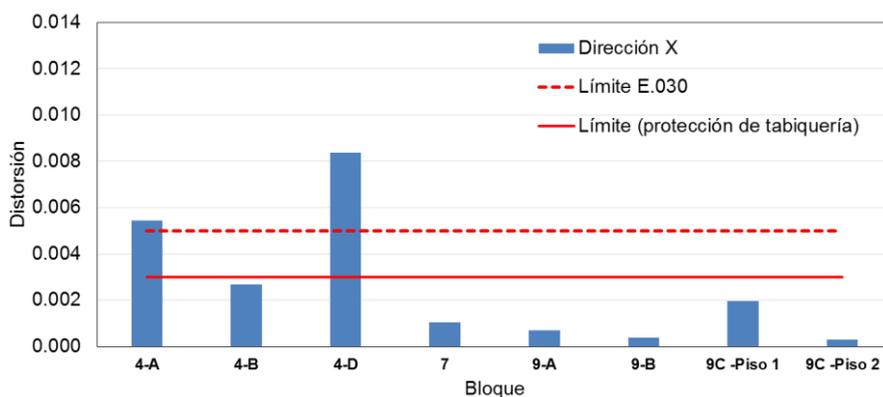


Figura 26. Distorsiones para sismo severo en la dirección X

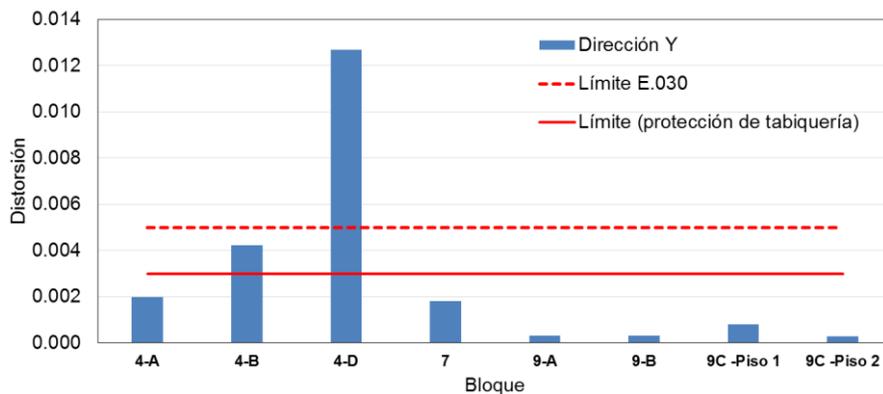


Figura 27. Distorsiones para sismo severo en la dirección Y

Se observa que las distorsiones sobrepasan el límite de protección para la tabiquería en el Bloque 4.

En el caso del Bloque 7, las distorsiones son menores a dicho límite, sin embargo se debe considerar las pésimas condiciones de la estructura (mal procesos constructivo, humedad y falta de mantenimiento), y las malas condiciones de cimentación para la carga de servicio actual, que generan cargas sobre el terreno que superan la capacidad portante, señalada en la sección 4.3. Las pésimas condiciones de la estructura no fueron cuantificables en el modelo matemático debido a que no se pudieron extraer muestras de mampostería (se consideraron unidades de albañilería artesanal en buen estado). Las condiciones anteriormente descritas también son aplicables a los bloques 9-A y 9-B. En el caso del Bloque 9-C, es una estructura reciente, cuyas distorsiones son menores que el límite de protección de la tabiquería.

En la Figura 28 a la Figura 44 se muestran los esfuerzos cortantes máximos en los muros de albañilería alcanzados durante un sismo severo. Empleando la norma E.070 se estimó que el esfuerzo cortante resistente en la albañilería en el primer nivel en promedio es de 2.2 kgf/cm² aproximadamente, dependiendo del tipo de mampostería (artesanal). En el caso de las placas de concreto armado (tanque elevado del bloque 8 y Bloque 9-A) el esfuerzo cortante resistente del concreto es aproximadamente 6.5 kgf/cm².

En la Figura 28 y la Figura 29 se muestra los esfuerzos cortantes para los muros de albañilería en la dirección X e Y, respectivamente. En estas figuras se observa que los muros de albañilería presentan esfuerzos de corte en promedio de 4.5 kgf/cm² y 2.5 kgf/cm² en la dirección X e Y

respectivamente, para un sismo severo. Esto significa, que los muros de albañilería serían gravemente dañados durante un sismo severo.

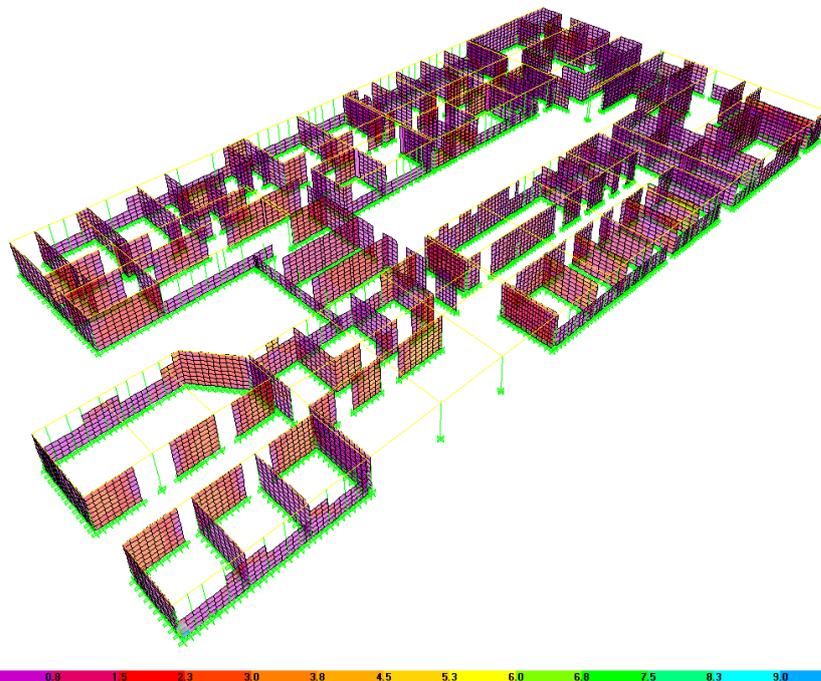


Figura 28. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 4

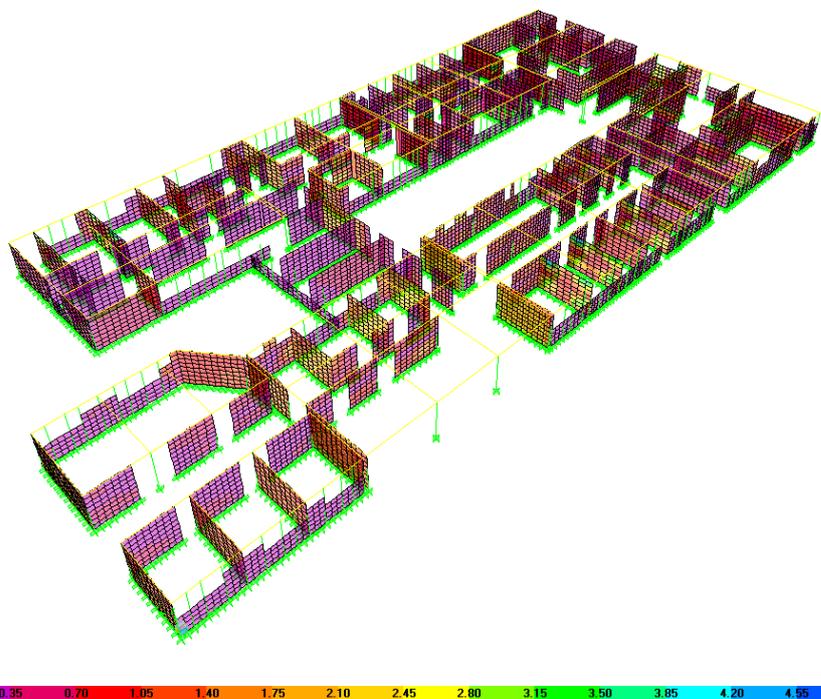


Figura 29. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 4

Los esfuerzos cortantes en los muros de albañilería del Bloque 4-A para un sismo severo en la dirección X e Y son mostrados en la Figura 30 y Figura 31, respectivamente.

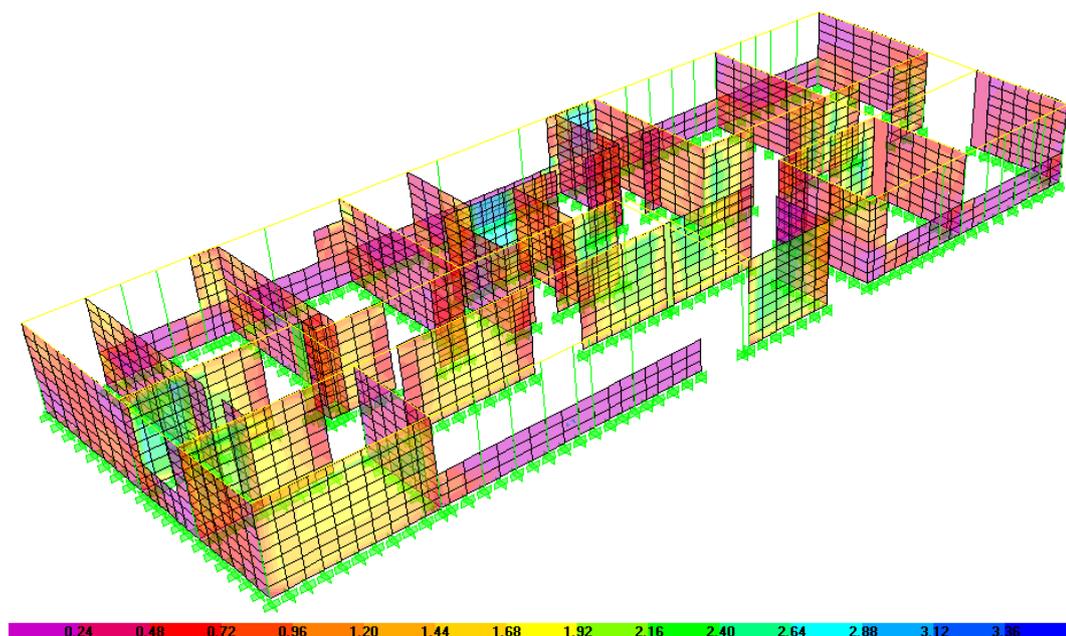


Figura 30. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 4-A

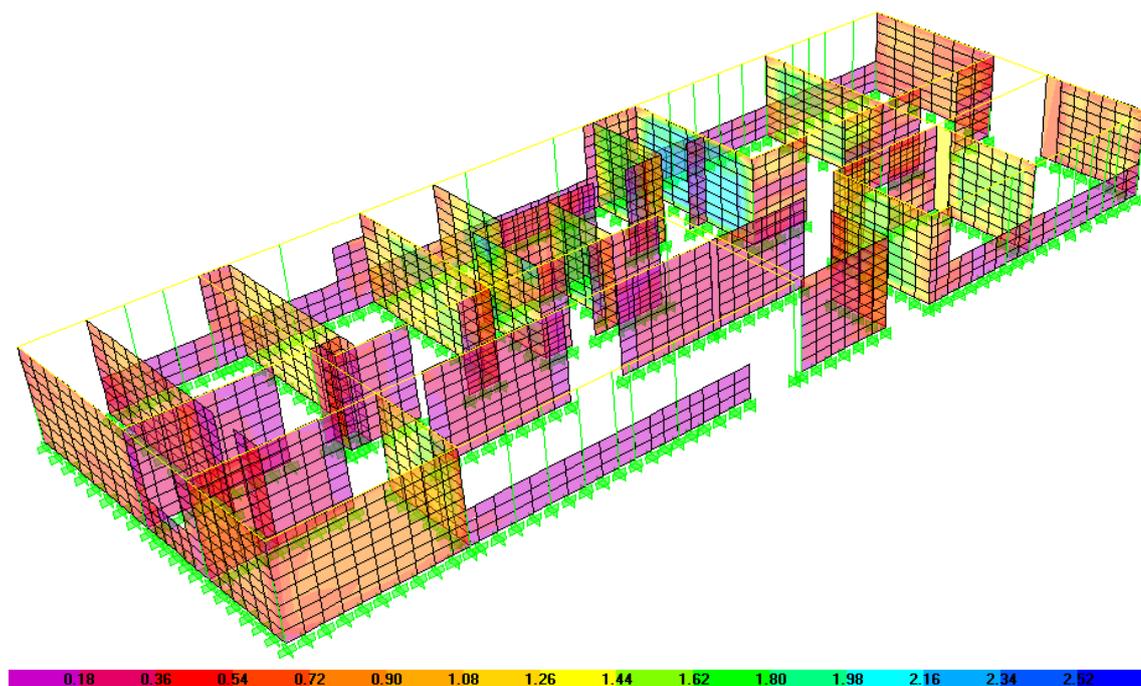


Figura 31. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 4-A

Los esfuerzos cortantes en los muros de albañilería del Bloque 4-B para un sismo severo en la dirección X e Y son mostrados en la Figura 32 y Figura 33, respectivamente.

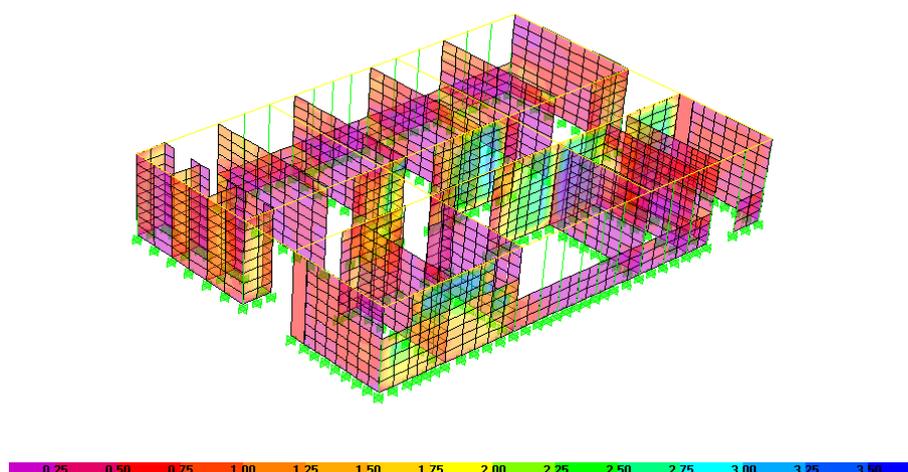


Figura 32. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 4-B

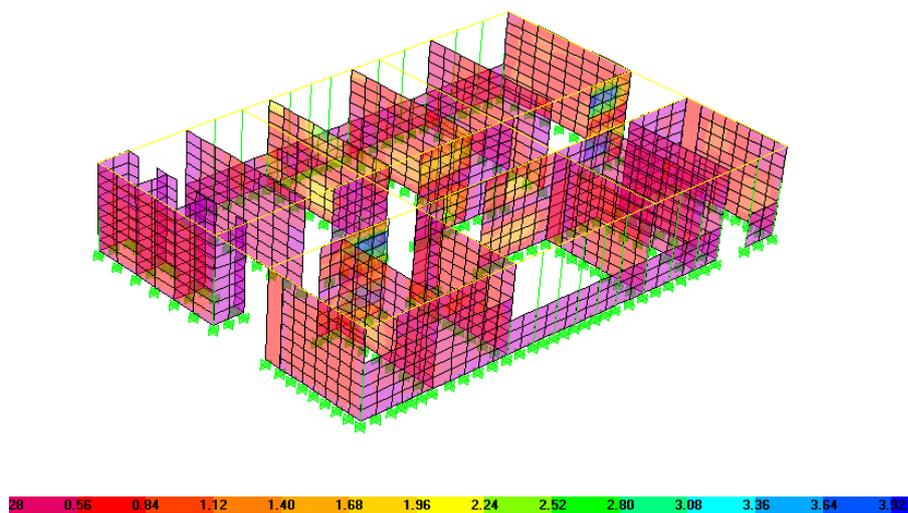


Figura 33. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 4-B

Los esfuerzos cortantes en los muros de albañilería del Bloque 4-D para un sismo severo en la dirección X e Y son mostrados en la Figura 34 y Figura 35, respectivamente.

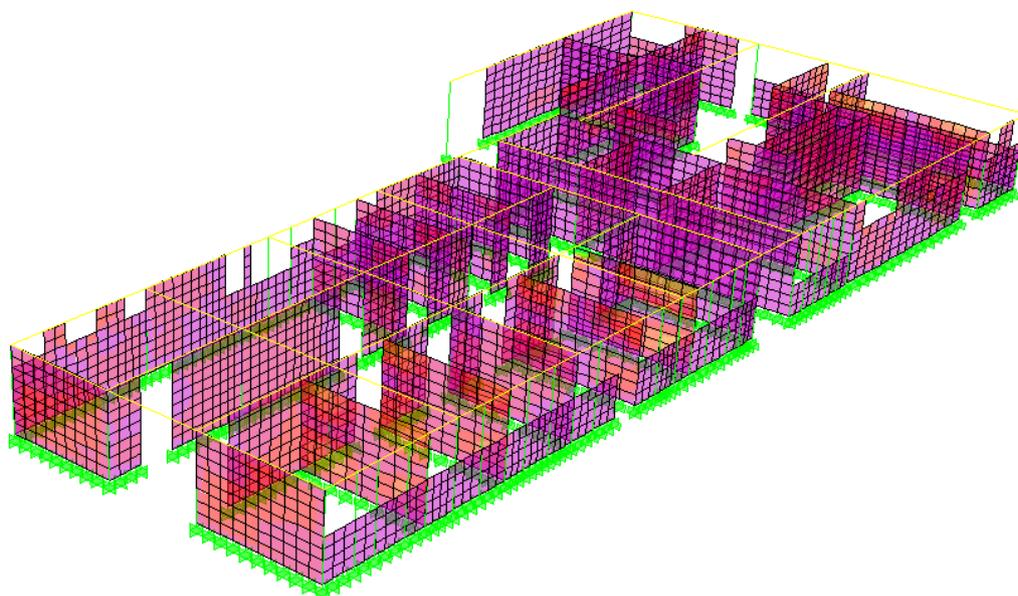


Figura 34. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 4-D

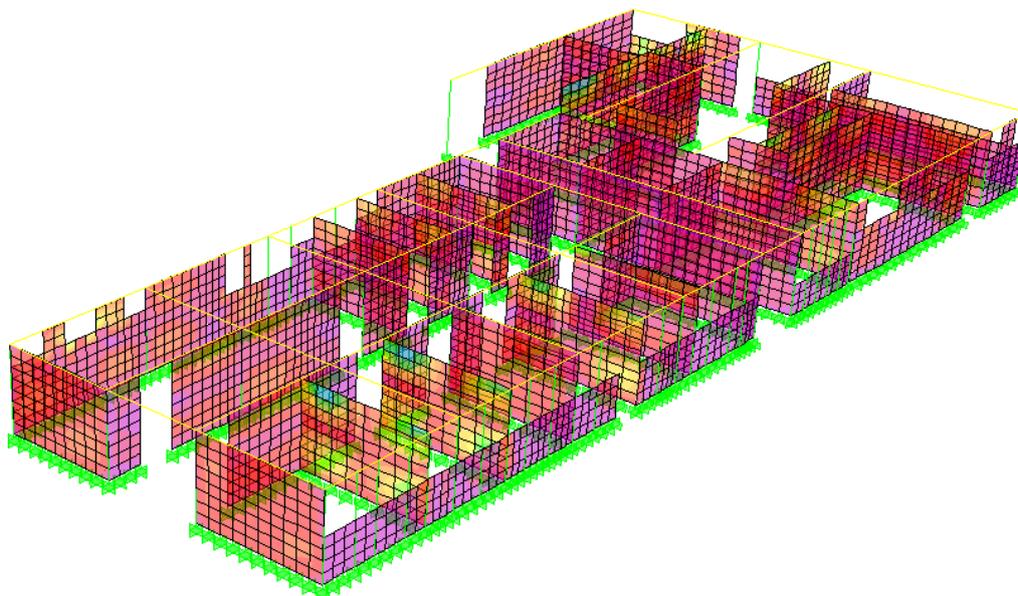


Figura 35. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 4-D

Los esfuerzos cortantes en los muros de albañilería del Bloque 7 para un sismo severo en la dirección X e Y son mostrados en la Figura 36 y Figura 37, respectivamente.

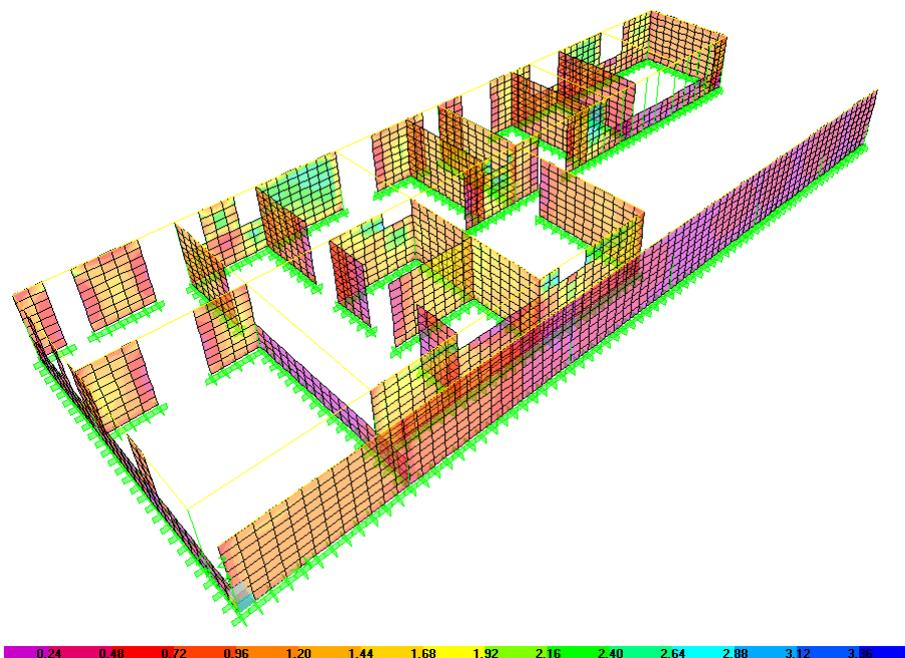


Figura 36. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 7

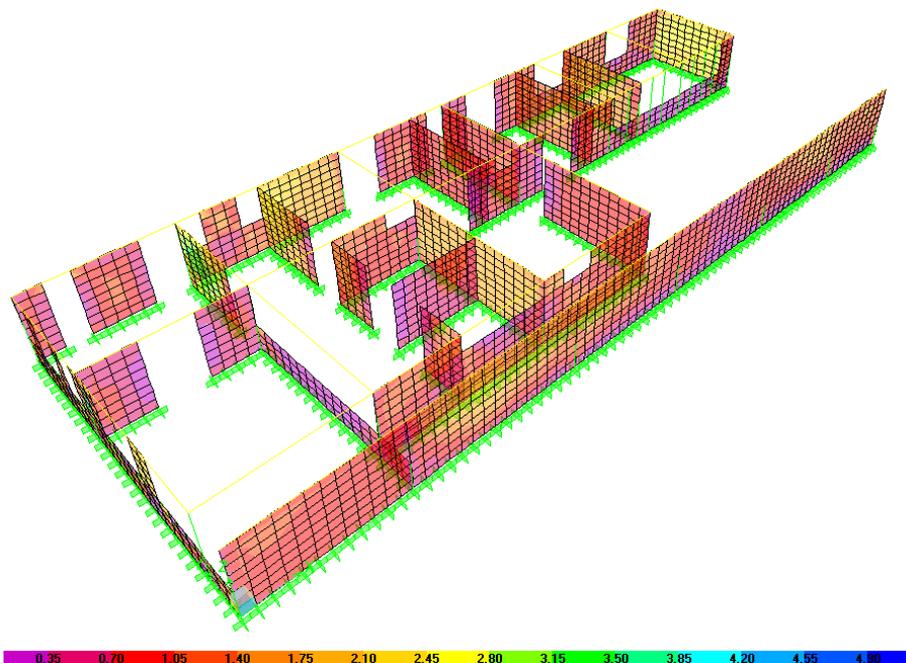


Figura 37. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 7

Los esfuerzos cortantes en las placas de concreto armado del Bloque 9-A para un sismo severo en la dirección X e Y son mostrados en la Figura 38 y Figura 39, respectivamente.

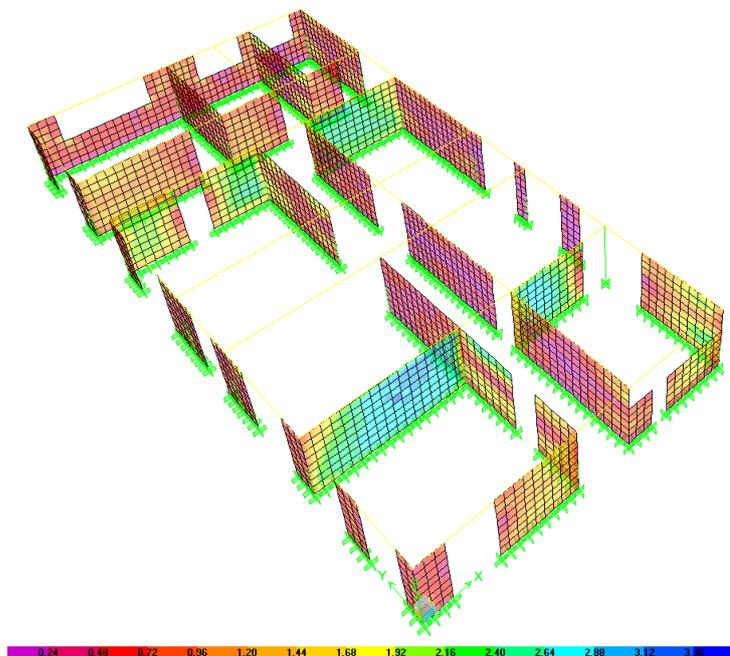


Figura 38. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 9-A

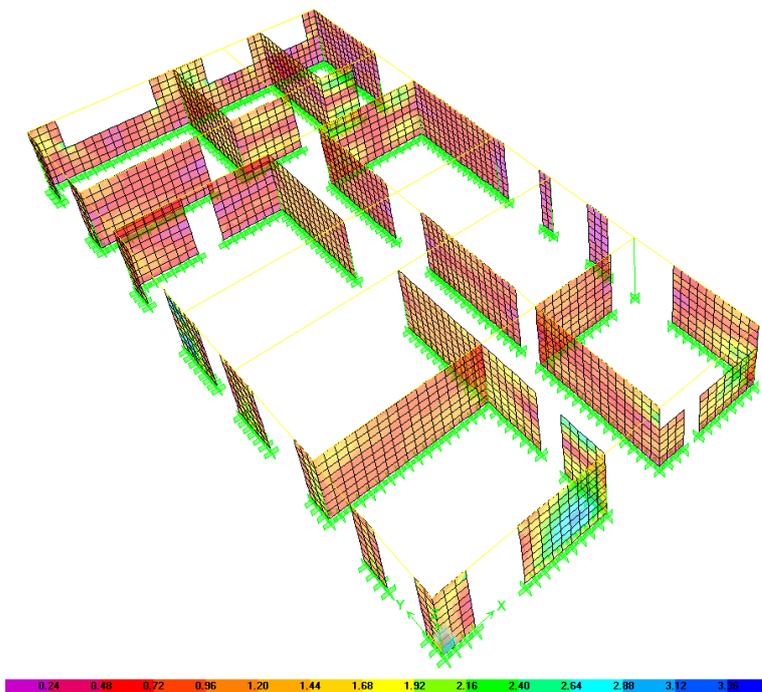


Figura 39. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 9-A

Los esfuerzos cortantes en los muros de albañilería del Bloque 9-B para un sismo severo en la dirección X e Y son mostrados en la Figura 40 y Figura 41, respectivamente.

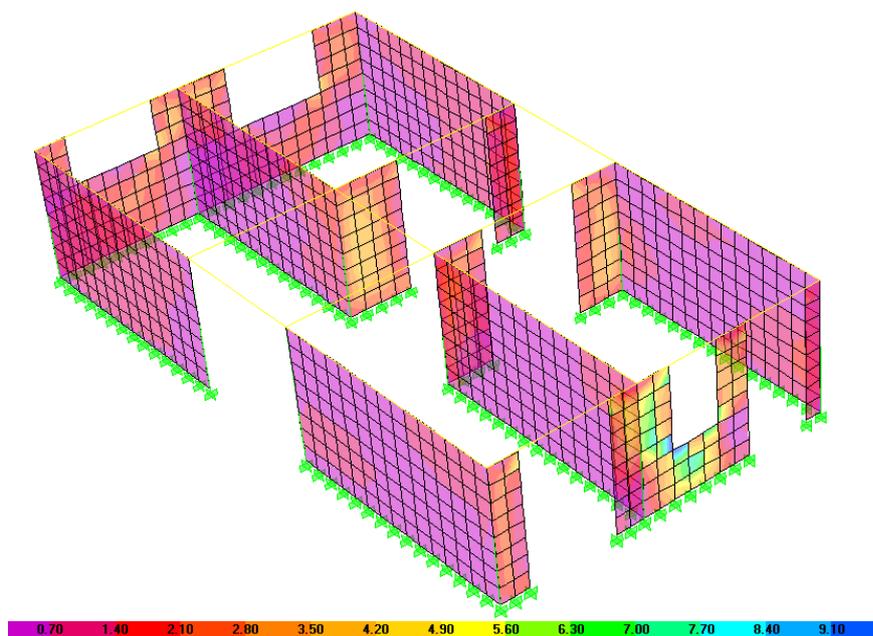


Figura 40. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 9-B

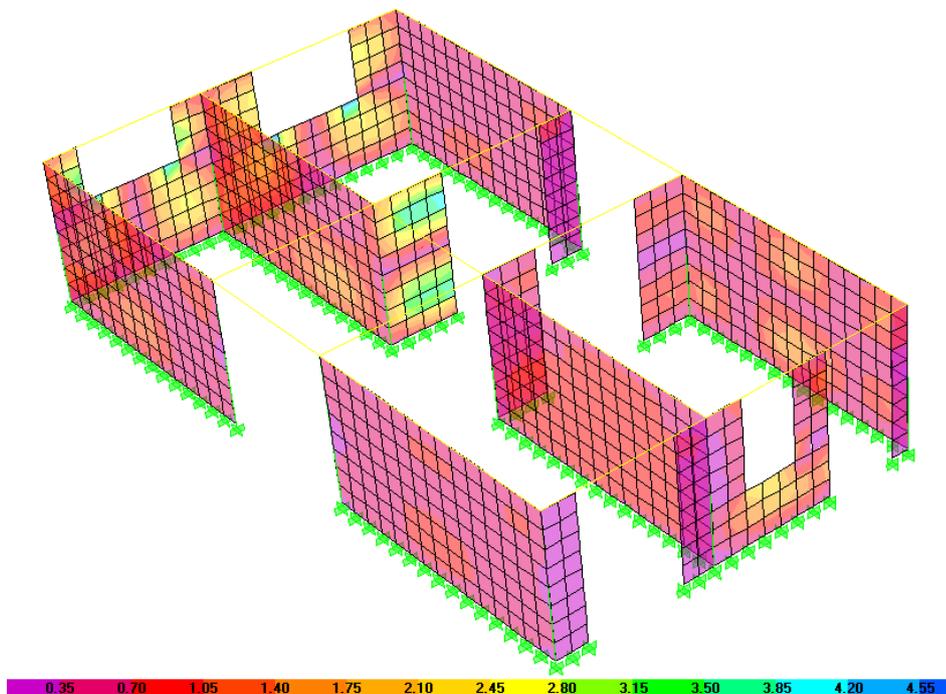


Figura 41. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 9-B

Los esfuerzos cortantes en los muros de albañilería del Bloque 9-C para un sismo severo en la dirección X e Y son mostrados en la Figura 42.y Figura 43, respectivamente.

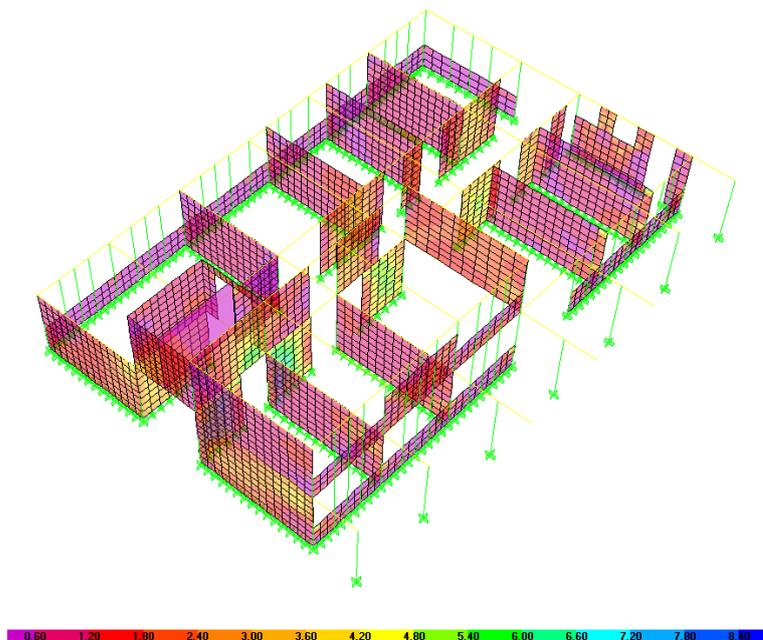


Figura 42. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección X del Bloque 9-C

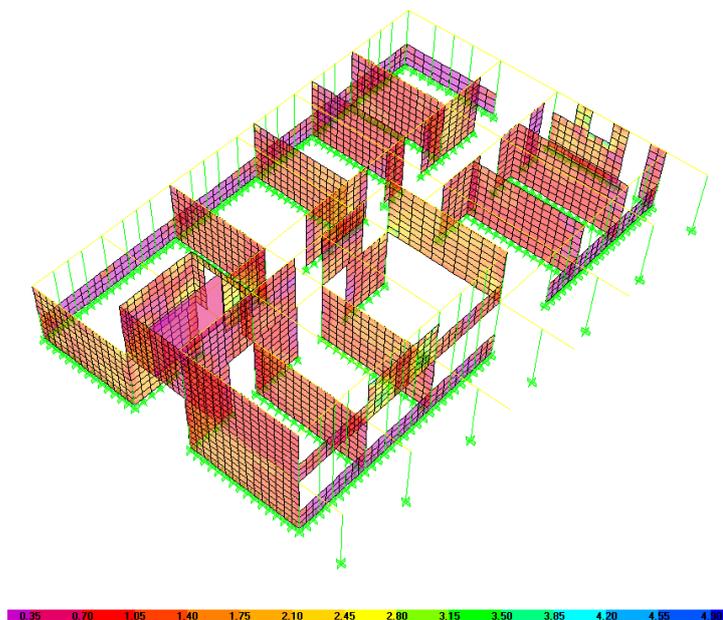


Figura 43. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en dirección Y del Bloque 9-C

Los esfuerzos cortantes en las placas de concreto armado del tanque elevado del Bloque 8 para un sismo severo en la dirección X e Y son mostrados en la Figura 44-a, b.

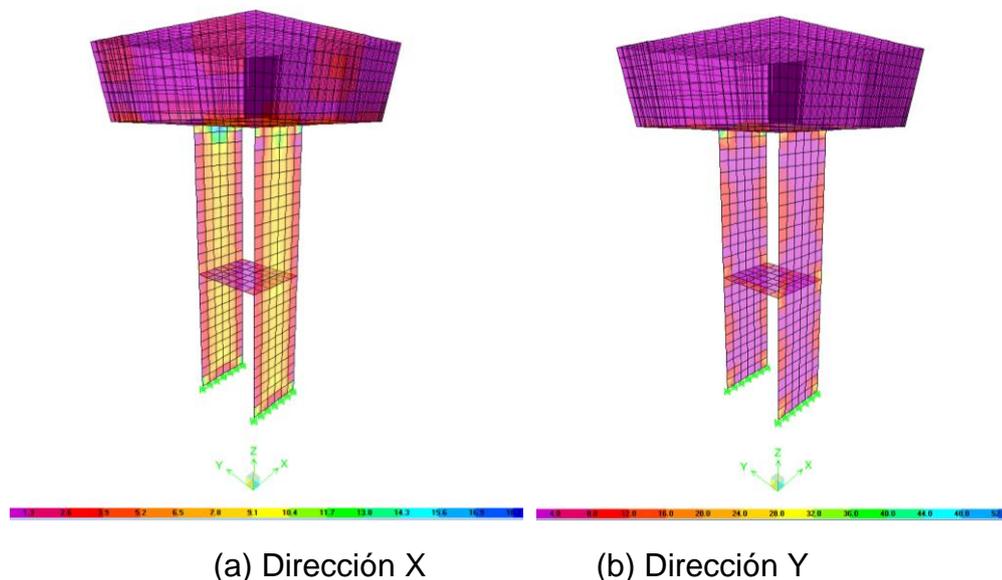


Figura 44. Esfuerzos cortantes (kgf/cm^2) en los muros de albañilería en el tanque elevado (Bloque 8)

En las figuras se puede observar que en la mayoría de los muros de albañilería los esfuerzos cortantes producidos por el sismo severo superan el límite estimado según la norma técnica E.070 para unidades de albañilería artesanal. Esto significa que estos muros serían gravemente afectados durante un sismo severo.

En el caso del Bloque 9-A, los esfuerzos cortantes son menores al esfuerzo cortante resistente, sin embargo durante la inspección visual se observó que la estructura presenta algunas grietas; esto debido a la poca capacidad del suelo para soportar de la cimentación. En el ítem 4.3.7 se describe la baja capacidad portante del terreno (0.56 kgf/cm^2) para las condiciones de la cimentación de esa edificación (cimiento corrido) el cual está soportando un alto nivel de cargas.

En el caso del tanque elevado, los esfuerzos cortantes en las placas de concreto son muchos mayores considerando un sismo severo, en ambas direcciones; por lo que colapsarían en un eventual sismo severo.

Se observa también en el análisis, que las edificaciones sufrirían el efecto de columna corta y los muros del pasillo serían gravemente afectados.

De la comparación con los valores mostrados en las figuras indicadas, se observa que para el sismo severo se gran cantidad de muros de albañilería presentarían y en algunos casos colapsarían.

5.5. Determinación de la Resistencia de la Estructura

En la Tabla 27 se muestra la fuerza cortante en la base de cada estructura, para la dirección X e Y de análisis. Se observa que la residencia en la mayoría de las edificaciones es menor a la demanda esperada para un sismo severo, lo cual verifica los resultados de los esfuerzos cortantes en los muros de albañilería. Esto se debe principalmente a los muros de albañilería que se encuentran cerrando los vanos de pórticos de concreto armado y las unidades de albañilería son de fabricación artesanal.

Tabla 27. Comparación entre esfuerzos cortantes en la base y resistencia del primer piso

Bloque	Cortante en la base (tnf)		Resistencia (tnf)	
	Dirección X	Dirección Y	Dirección X	Dirección Y
4-A	168.92	147.44	92.706	89.020
4-B	101.23	53.28	73.662	60.772
4-D	137.08	84.52	151.019	137.934
7	149.09	105.78	123.178	123.178
9-A	98.98	72.03	476.642	508.740
9-B	55.55	34.19	186.558	270.011
9-C	148.27	75.41	373.570	839.576

En el caso del Bloque 9-A y 9-B las resistencia son mayores que la demanda de corte en la base, sin embargo en la inspección técnica se observaron agrietamiento en algunos elementos estructurales; esto debido a la asentamiento diferencial el cual fue verificado con las auscultaciones de la cimentación.

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

Para la evaluación del Hospital se han considerado los siguientes criterios:

- Sismo moderado: La distorsión de entrepiso máxima igual a 0.0015
- Sismo severo: La distorsión de entrepiso máxima igual a 0.003, y el esfuerzo cortante de los muros de albañilería que se encuentran bajo los vanos de los pórticos de concreto armado, y/o tabiquería.

Con base en los resultados obtenidos, se comenta lo siguiente:

- Sismo moderado: La demanda sísmica de este nivel de sismo supera el límite de protección de la tabiquería y/o muros de albañilería.
- Sismo severo: La demanda sísmica de este nivel de sismo supera la capacidad de los muros, produciendo grietas significativas, y en algunos casos el colapso.

6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

Del análisis de los resultados mostrados anteriormente se observa que para un sismo moderado las distorsiones superan el límite de protección de la tabiquería, a excepción del Bloque 9-C. Los bloques 7, 9-A y 9-B presentan otros problemas estructurales, como es el asentamiento diferencial debido a la baja capacidad del suelo de fundación y la grande demanda de carga de la estructura.

En el caso de presentarse un sismo severo, los resultados muestran que los muros de albañilería serían gravemente afectados, en el Bloque 4, aún más cuando se consideran las deficientes juntas de construcción y juntas de separación.

Frente a un sismo severo los muros de albañilería del Bloque 7 sufrirían de agrietamiento, aún más si se considera el deficiente proceso constructivo, la falta de manteniendo y la humedad presente en los elementos estructurales.

El Bloque 9-A y 9-B se encuentran dentro de los límites establecidos, sin embargo la gran demanda de carga de la estructura sobre un suelo de fundación con baja capacidad portante origina el agrietamiento de sus estructuras por asentamiento diferencial. Los resultados del Bloque 9-C están por debajo de los límites establecidos para la distorsión, en el caso de los esfuerzos cortantes en algunos de sus muros de albañilería, estos sufrirían agrietamiento.

Las placas de concreto armado del tanque elevado superan largamente los límites máximos establecidos de distorsiones y esfuerzos cortantes.

6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital Carlos Lanfranco La Hoz se encuentra ubicado en la zona Norte de Lima, con una gran extensión de Terreno, con frente a dos vías o arterias principales la Av. Sáenz Peña y Jr. Rodríguez Sarmiento, siendo por la Av. Sáenz Peña el ingreso principal y por el Jr. Sarmiento el ingreso a emergencias; mediante estas vía se da un acceso rápido al establecimiento, aunque un punto vulnerable es el abundante comercio que proliferan en los alrededores y sobre todo por el ingreso a emergencia, representando esto el principal obstáculo para el ingreso; además generando un acceso dificultoso y congestionado hacia el hospital.

Muy cerca de la ubicación de hospital se localiza una vía importante de tipo expresa, la vía de la panamericana norte, ubicada a dos cuadras del hospital, mediante una vía auxiliar sirve de acceso rápido al hospital, además de la presencia de un puente peatonal en esta vía, de esta forma el acceso rápido de público en forma peatonal.

El Hospital Carlos Lanfranco La Hoz tiene un Área de Terreno de 11,676 m² y un Área Construida Total 6,041.60 m², su Área Libre es de 5634.40m²; el terreno tiene los siguientes frentes:

- Por el frente 107.10 ml (Av. Sáenz Peña)
- Lateral Derecho: 110.46 ml (Av. J. Rodríguez Sarmiento)
- Lateral Izquierdo 109.92 ml (Calle Trinitarias)
- Por el Fondo: 119.79 ml (propiedad de terceros)

La edificación de este Hospital presenta ambientes no conformes a la normativa; la zonificación no define adecuadamente el uso y acceso de

los servicios asistenciales, esta organización espacial ocasiona un cruce de circulación entre el personal asistencial, con pacientes internos y externos, público en general.

Asimismo, se debe cumplir con el Reglamento Nacional de Edificaciones y dotar al Hospital de vidrios de seguridad en puertas, ventanas, mamparas, etc.; ya quien aunque se está reemplazando estos, aún existen varios servicios que no cuentan aún con vidrios de seguridad. En la identificación de los elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad ante sismos de la edificación, hemos tomado en cuenta principalmente, consideraciones respecto a la accesibilidad, tomando en cuenta no solo que este cumpla con las normas relacionadas con personas con discapacidades, sino además como estas pudieran generar problemas en el momento de una evacuación masiva.

Para el análisis respectivo, se agruparon los servicios por agrupaciones de bloques a fin de identificar adecuadamente las zonas vulnerables, como se observa en la Figura 3.

6.2.1. Accesibilidad para personas discapacitadas

En el bloque 9, existe una pequeña rampa de acceso para las personas con discapacidad desde el patio de consultorios hacia el nivel del ingreso del hall de los consultorios externos del hospital.



Foto 30. Accesibilidad para personas discapacitadas en el bloque 9

- Consulta externa

En la Foto 31 izquierda y centro: en el bloque 4 las estanterías metálicas del programa de TBC no se encuentran fijadas adecuadamente en piso y/o techo, entre ellas, tienden al volcamiento por su desplazamiento en casos eventuales. Además, de estar en malas condiciones de conservación.

En la Foto 31 derecha: en el bloque 4 en la jefatura de los consultorios médicos las estanterías metálicas no se encuentran fijadas adecuadamente en piso y/o techo, entre ellas, tienden al volcamiento en casos eventuales. Además, de no encontrarse en buenas condiciones.



Foto 31. Equipamiento no médico en el bloque 4

- Emergencia

En la Foto 32 Izquierda: en el bloque 9 los muebles no están adecuadamente fijados a pared y/o techo. Esto podría generar un desprendimiento en caso de un siniestro, por lo que, representa un gran peligro para el paciente como para el personal del hospital. Derecha: en el bloque 9 el uso de vidrio crudo en grandes ventanales, por lo que existe riesgo de colapsar al momento de un evento sísmico.



Foto 32. Equipamiento no médico en emergencia

En la Foto 33 (bloque 9) existen ventiladores, luminarias suspendidas del techo en condiciones de inseguridad. Además tiene unas varillas metálicas para suspender cortinas, que podrían soltarse al momento de un caso eventual, por lo que existe un riesgo evidente.

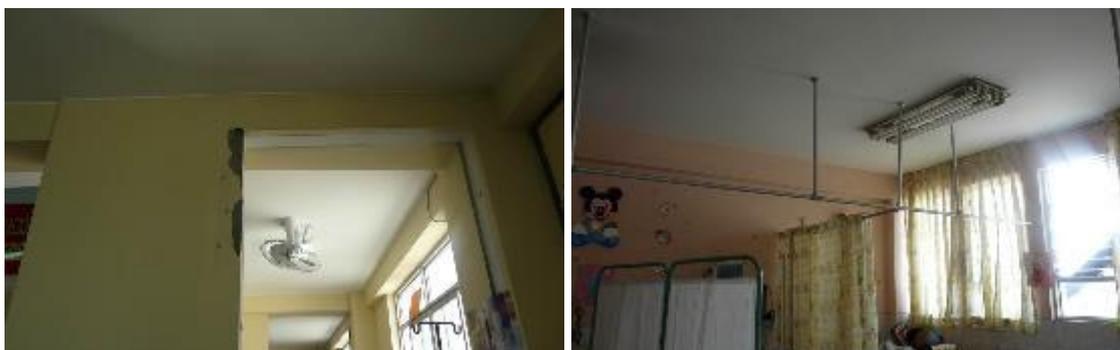


Foto 33. Ventiladores y luminarias en el bloque 9

- Farmacia

En el bloque 6 (Foto 34) el almacenamiento es inadecuado al no contar con un adecuado mobiliario, que se encuentre asegurado a la estructura del edificio, lo cual ocasionaría un colapso al momento de evacuar ante un sismo.



Foto 34. Almacenamiento inadecuado en el bloque 6

- Patología Clínica

En el bloque 7 (Foto 35) las computadoras, impresoras y las estanterías metálicas no se encuentran aseguradas a los muebles, encontrándose en lugares que sufrirían posibles desplazamientos o volcaduras ante cualquier caso eventual.



Foto 35. Computadoras, impresoras y las estanterías metálicas en el bloque 7

- Administración

En el bloque 1 (Foto 36) las computadoras e impresoras no están aseguradas o fijadas a los muebles en los que se encuentran, por lo

que tienden a un posible desplazamiento o volcadura ante cualquier movimiento sísmico.

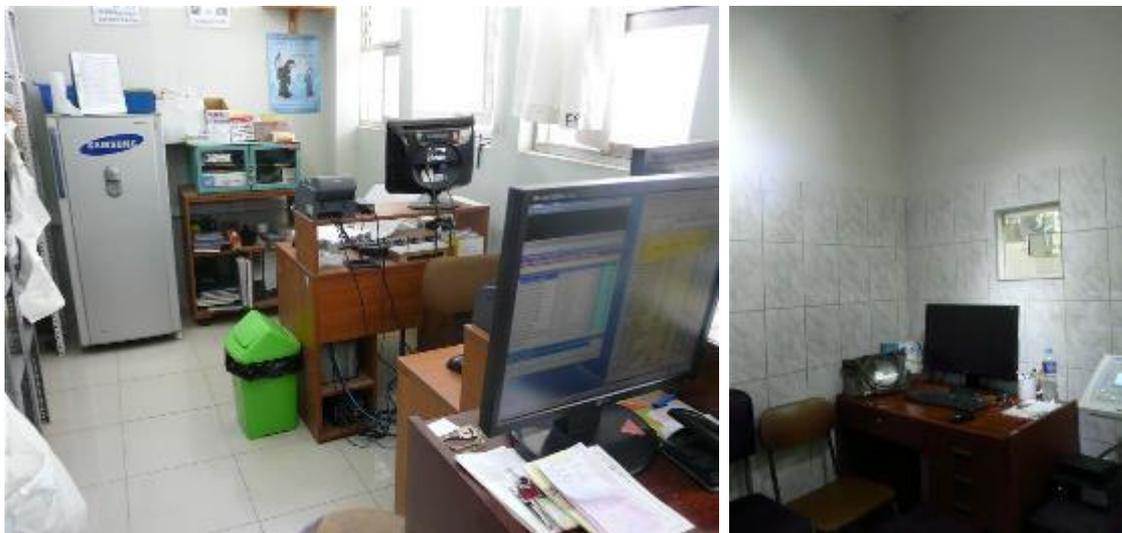


Foto 36. Computadoras e impresoras del bloque 1

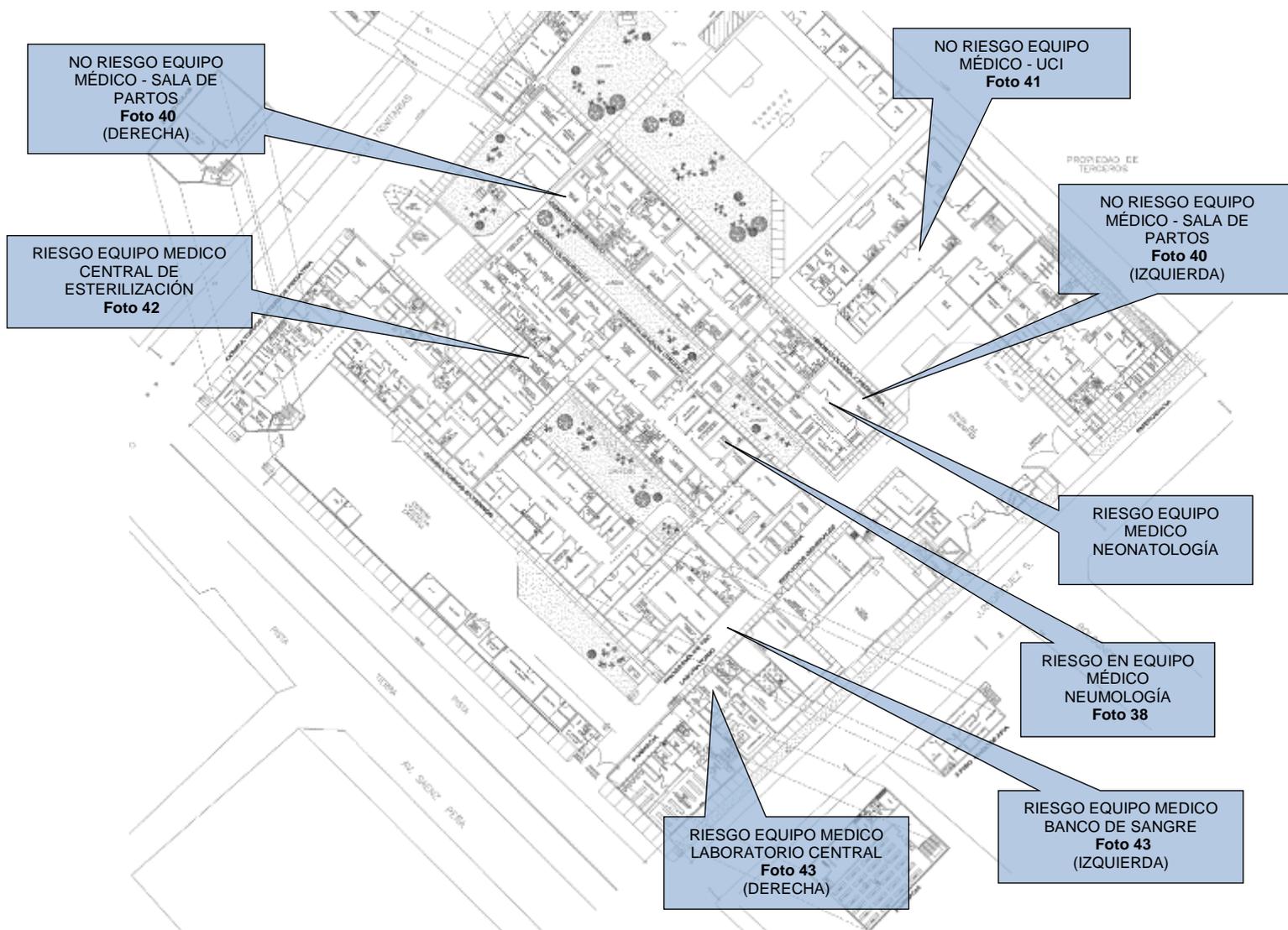
- Servicios Generales

En el bloque 11 (Foto 37) el almacén de archivos, el almacenamiento se encuentra actualmente desbordando su capacidad sobre las estanterías lo cual representa un gran riesgo al momento de evacuar ante un sismo, ya que, tienden al desplazamiento y volcadura lo cual podría obstruir los accesos a las salidas.



Foto 37. Almacén de archivos en el bloque 11

6.2.3. Equipamiento médico



- Hospitalización

En el bloque 4 en la zona de hospitalización de neumología las camillas con sistemas de rodamiento no están siendo fijadas adecuadamente, como se muestra en la Foto 38, tienden al desplazamiento ante un caso eventual, dificultando así la evacuación y poniendo en riesgo al paciente.

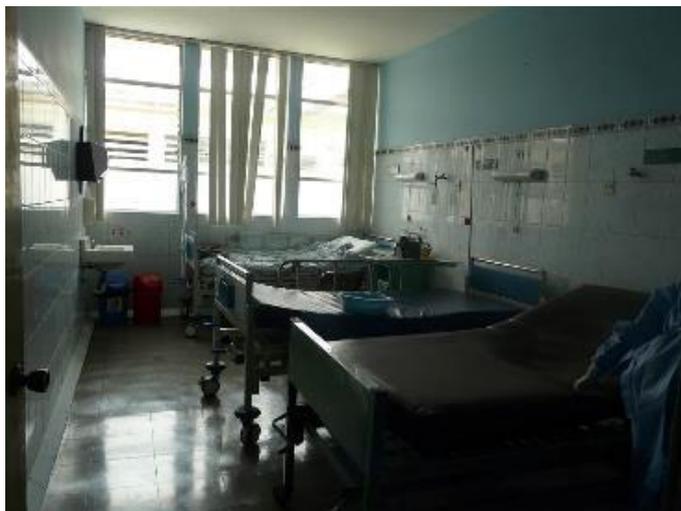


Foto 38: Camillas en la zona de hospitalización

- Centro Obstétrico

En el bloque 11 en la zona de Neonatología los equipos rodantes no se encuentran debidamente asegurados, como se observa en la Foto 39, por lo que tienden a obstaculizar las circulaciones hacia las puertas de salida ante cualquier caso de evacuación por un evento sísmico.



Foto 39. Equipos rodantes en la zona de Neonatología

En la Foto 40 izquierda: el bloque 11 en la zona de Pediatría el equipo médico industrial (balón de oxígeno) no se encuentra debidamente asegurado a la estructura del edificio, lo cual genera un potencial riesgo de volcamiento poniendo en riesgo al paciente y personal asistente del hospital.

En la Foto 40 derecha: En el bloque 11 en la sala de partos los equipos médicos están adecuadamente fijados al techo y a la pared, evitando cualquier riesgo eventual.



Foto 40. Equipos médicos de la zona de pediatría y sala de partos

- U.C.I.

En el bloque 9 en la zona de UCI (Ver Foto 41). Los equipos médicos como las pantallas de monitoreo se encuentran bien fijadas y ancladas a las columnas de la estructura del edificio, para evitar su volcamiento ante cualquier evento sísmico. Las camillas cuentan con sistema de frenos asegurados para evitar su desplazamiento ante cualquier eventualidad.



Foto 41. Zona de UCI del Bloque 9

- Central de Esterilización

En el bloque 4 (Foto 42) el equipo se encuentra en regulares condiciones de operatividad y funcionamiento, sin embargo son inseguros, debido a que no cuentan con los seguros y frenos a pared, piso y/o techo, dificultando la evacuación.



Foto 42. Equipos médicos en el Bloque 4

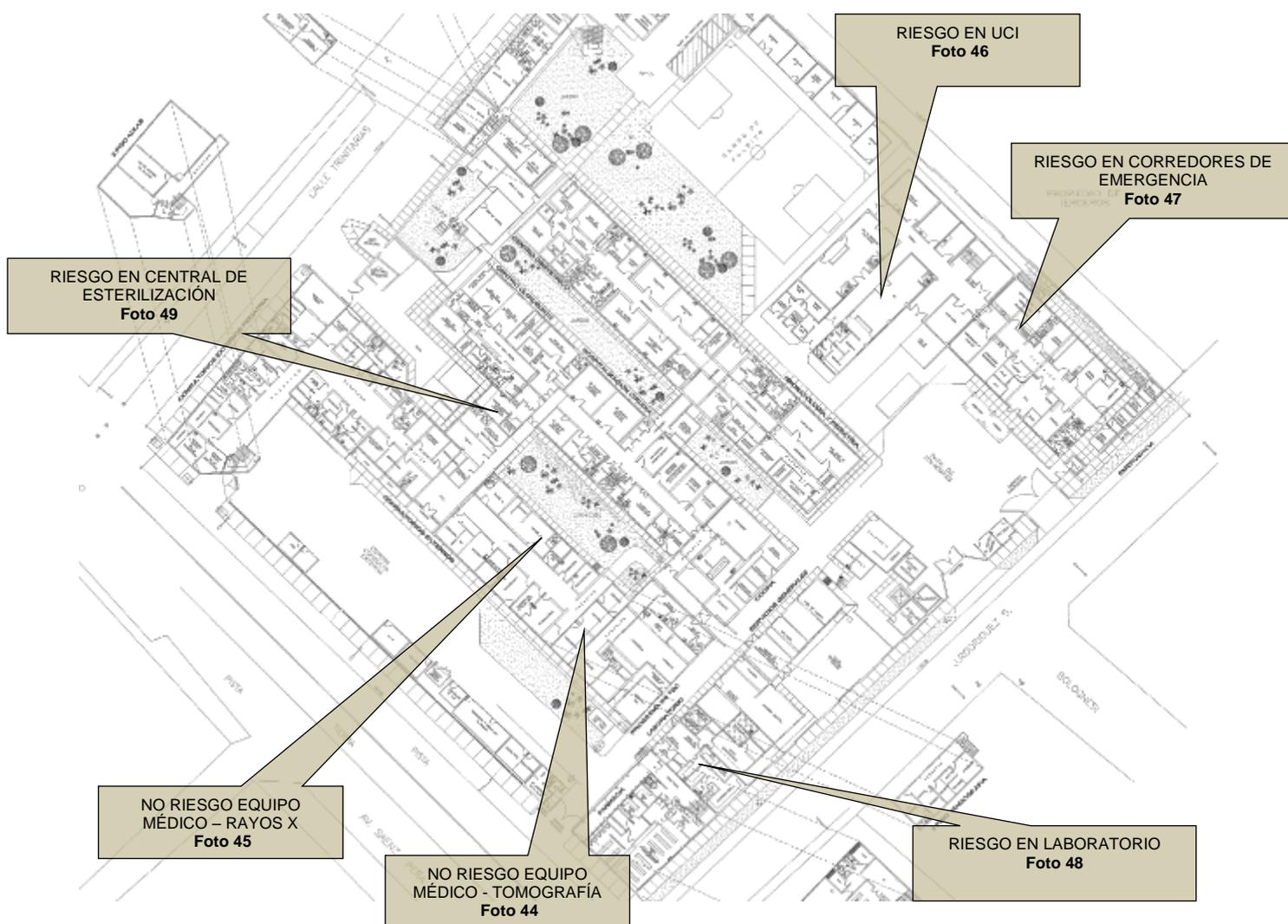
- Patología Clínica

En la Foto 43 (izquierda), en el bloque 7 en el Banco de Sangre, el equipo se encuentra apoyados en piso, aunque existe riesgo de vidrios que no son de seguridad, riesgo de roturas ante deformaciones sísmicas.

En la Foto 43 (derecha), en el laboratorio central los equipos médicos no se encuentran bien sujetos al mobiliario lo cual representan un factor de riesgo para el personal médico y técnico ante desplazamiento y caídas.



Foto 43. Equipos médicos en el Bloque 7



- Equipo de Radiología – Tratamiento de imágenes

En el bloque 4 los equipos médicos de la zona de tomografía se encuentran anclados al piso Además, se encuentran en buen estado de conservación.



Foto 44. Equipos médicos del bloque 4

En el bloque 4 los equipos médicos de Radiología se encuentran en regular estado se encuentran sujetos y anclados al piso y o techo.

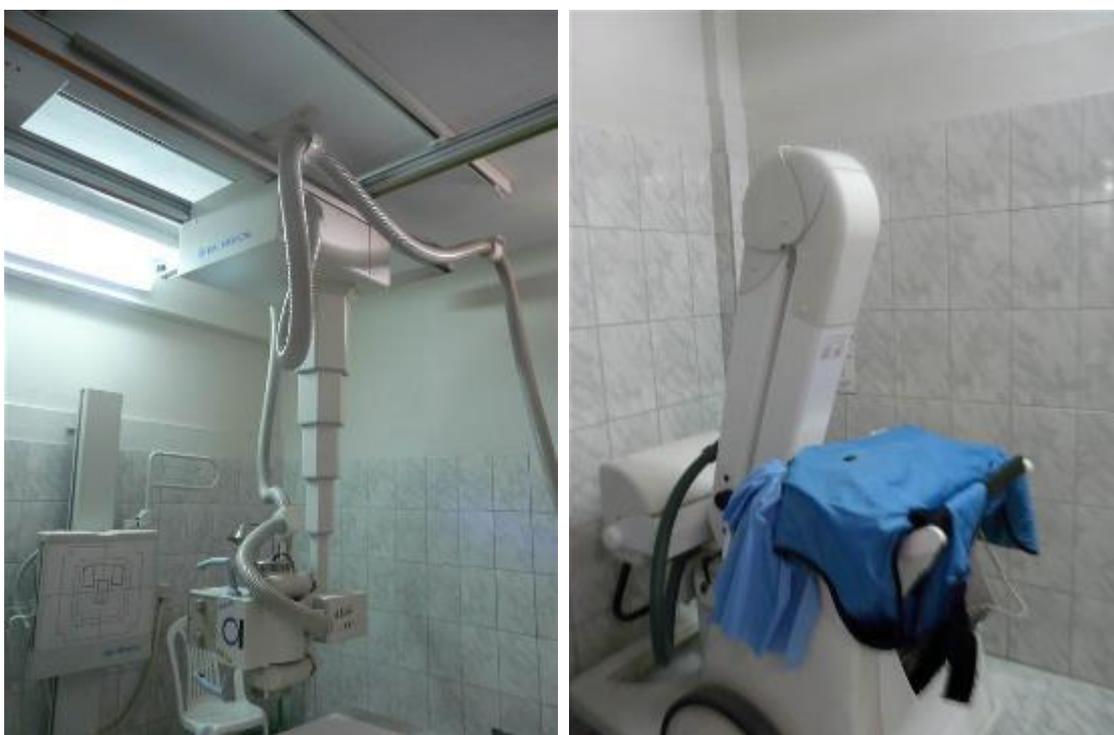


Foto 45. Equipos médicos de Radiología

- Quirófanos – UCI

En el bloque 9 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. Además, existen equipos rodantes obstaculizando la circulación.



Foto 46. Equipos médicos del bloque 9

- Emergencia / Reanimación

En el bloque 9 existe la presencia de camillas con pacientes que interrumpen la circulación en los corredores. El estado del ambiente es regular debido al riesgo que esta obstaculización representa.



Foto 47. Camillas en pasillos del bloque 9

- Equipamiento de laboratorio de análisis clínicos

En el bloque 7 en el laboratorio los equipos biomédicos e informáticos se encuentran colocados sobre la mesa y no están asegurados, por lo que representan un peligro inminente ante movimientos sísmicos.



Foto 48. Equipos biomédicos e informáticos en el bloque 7

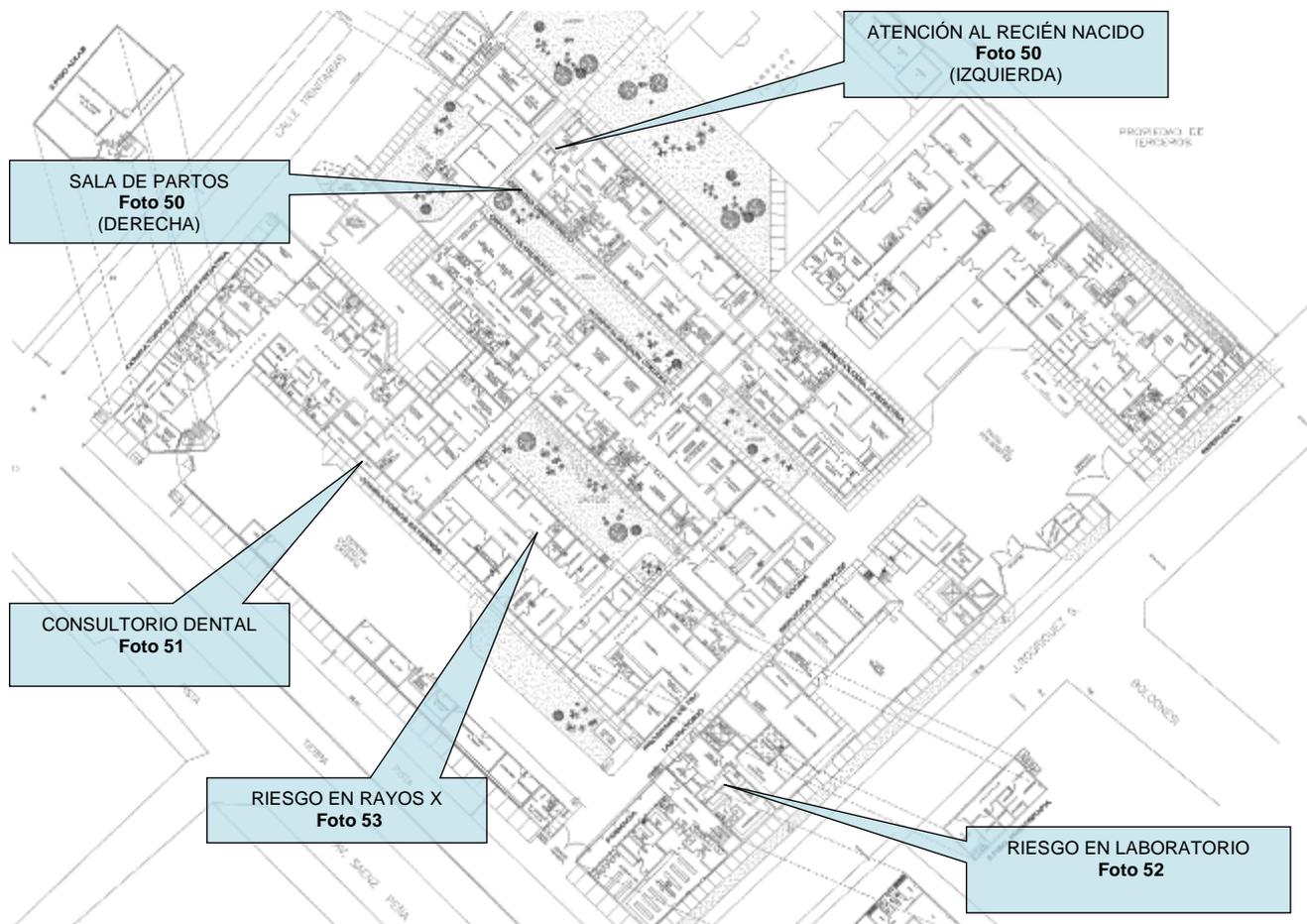
- Esterilización

En el bloque 4 el equipo en la Central de esterilización se encuentra en regulares condiciones de operatividad y funcionamiento. Sin embargo, son inseguros debido a que no cuentan con los seguros y frenos a la pared, piso y/o techo. Lo que sería un peligro por un posible desplazamiento o volcamiento ante cualquier caso eventual.



Foto 49. Equipo en la central de esterilización del bloque 4

6.2.4. Equipos conectados



- Centro Obstétrico

En la Foto 50 (izquierda), en el bloque 10 en atención al recién nacido se cuentan con equipos conectados que a su vez cuentan con un sistema de rodamiento y frenos asegurados, evitando cualquier riesgo ante cualquier caso eventual. En la Foto 50 (derecha), en el bloque 10 en la sala de partos los equipos conectados se encuentran en buenas condiciones y sus enchufes se ubican cerca a las paredes donde estos se ubican.



Foto 50. Equipos conectados en el bloque 10

- Consulta Externa

En el bloque 4 (Foto 51), en los consultorios dentales los equipos tienen monitores adaptados, así como ventiladores anclados en columnetas de ventanas, vidrios de ventanas no son de seguridad.



Foto 51. Consultorios dentales en el bloque 4

- Patología Clínica

En el bloque 8 (Foto 52), en el laboratorio central los equipos conectados presentan algunos cables no canalizados.



Foto 52: Equipos conectados en el laboratorio central

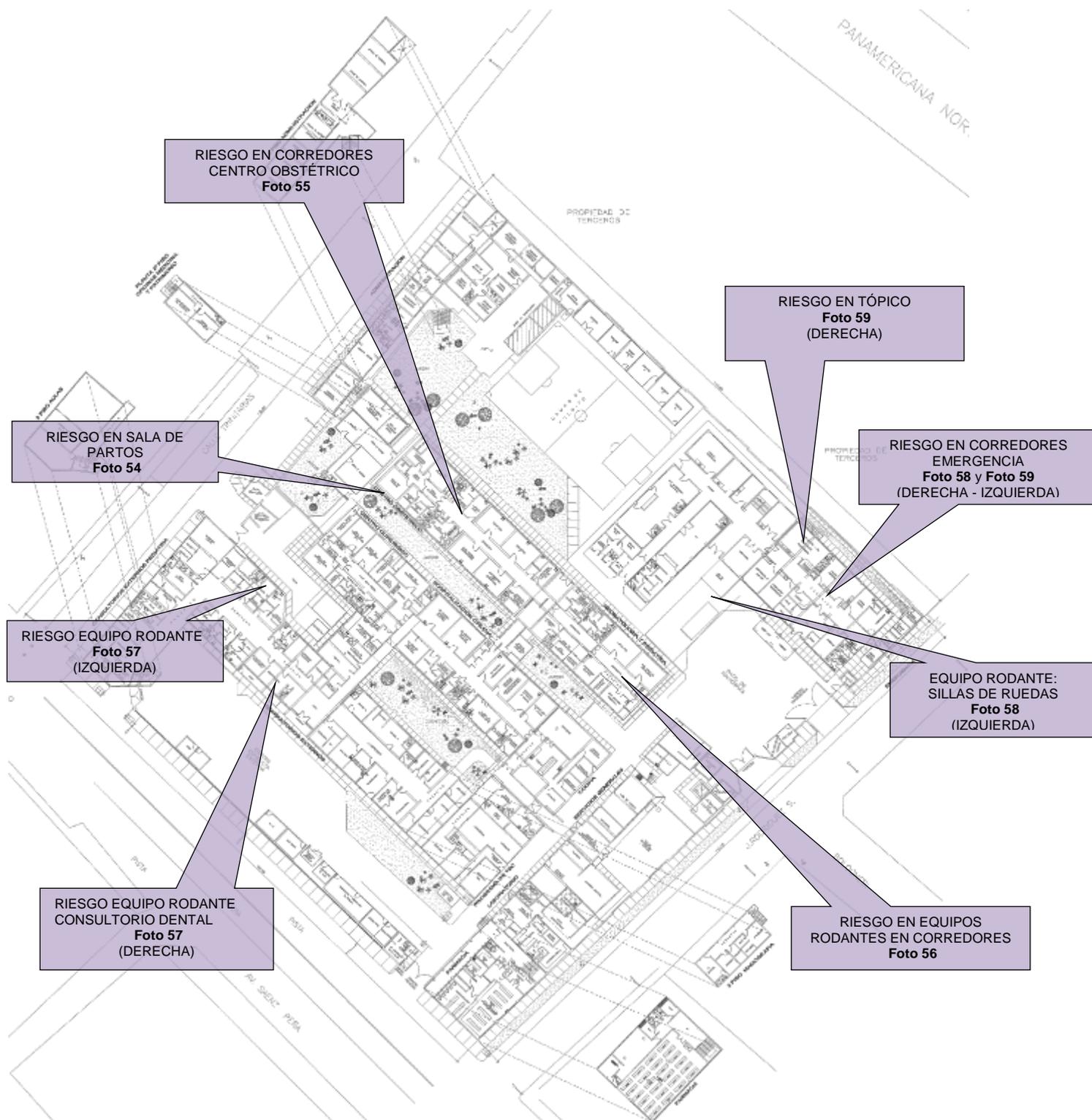
- Diagnóstico por Imágenes

En el bloque 4 (Foto 53), en Rayos X la presencia de televisores con cables sueltos, sin ninguna protección con canaletas. Esto evidencia un peligro ante cualquier caso eventual que podrían generar tropiezos y caídas del personal como de los pacientes.



Foto 53. Equipos conectados en Rayos X del bloque 4

6.2.5. Equipos rodantes



- Centro Obstétrico

En el bloque 10 (Foto 54), en la sala se partos del Centro Obstétrico se ubican equipos rodantes, los cuales no están fijados adecuadamente. Además, estos podrían desplazarse ante cualquier caso eventual y generan un riesgo para la paciente como para el personal médico.



Foto 54. Equipos rodantes en la sala de partos

En el bloque 10 (Foto 55), en los corredores de hospitalización de gineco-obstetricia las camillas rodantes, porta sueros, etc. se encuentran obstaculizando los corredores, lo cual representa un riesgo ante cualquier movimiento sísmico, evitando una buena circulación hacia las salidas para los pacientes, personal médico y técnico.



Foto 55. Equipos rodantes en los corredores de hospitalización de gineco-obstetricia

En el bloque 10 (Foto 56), en Neonatología y Pediatría 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. Sin embargo, se ubican en los corredores obstaculizando la circulación. Existe riesgo a la hora de evacuar en caso de emergencia.



Foto 56. Equipos rodantes en Neonatología y Pediatría

- Consulta Externa

En la Foto 57 (Izquierda): en el bloque 4 en los consultorios de ginecología se tienen mobiliarios rodantes que no se encuentran debidamente fijados o con sistema de frenado. Existe riesgo de desplazamiento ante cualquier caso eventual. En la Foto 57 (derecha): en el bloque 4 en el consultorio dental existen elementos rodantes sobre los cuales se colocan materiales, los cuales no están debidamente asegurados. También, existe riesgo de desplazamiento, así como volcamiento de los materiales colocados sobre estos ante un sismo.



Foto 57. Mobiliarios rodantes en el Bloque 4

- Emergencia

En la Foto 58 (izquierda): en el bloque 9 en emergencia los equipos rodantes, como las sillas de ruedas, se encuentran colocadas de manera provisional. Cuentan con sistema de rodamiento seguros que evitan su desplazamiento. En la Foto 58 (derecha): en el bloque 9 en los corredores internos se ubican equipos rodantes como camillas y carritos de ropería que obstaculizan la circulación. Existe riesgo inminente ante cualquier caso eventual sísmico.



Foto 58. Equipos rodantes en emergencia

En la Foto 59 (izquierda): en el bloque 9 en los corredores de Emergencia las camillas y porta sueros se encuentran obstaculizando el libre tránsito. Esto implica un riesgo ante un caso eventual para los pacientes y personal médico. En la Foto 59 (derecha): en el bloque 9 en los tópicos las camillas cuentan con sistema de frenado asegurados, evitando su desplazamiento ante un movimiento sísmico.



Foto 59. Corredores de emergencia

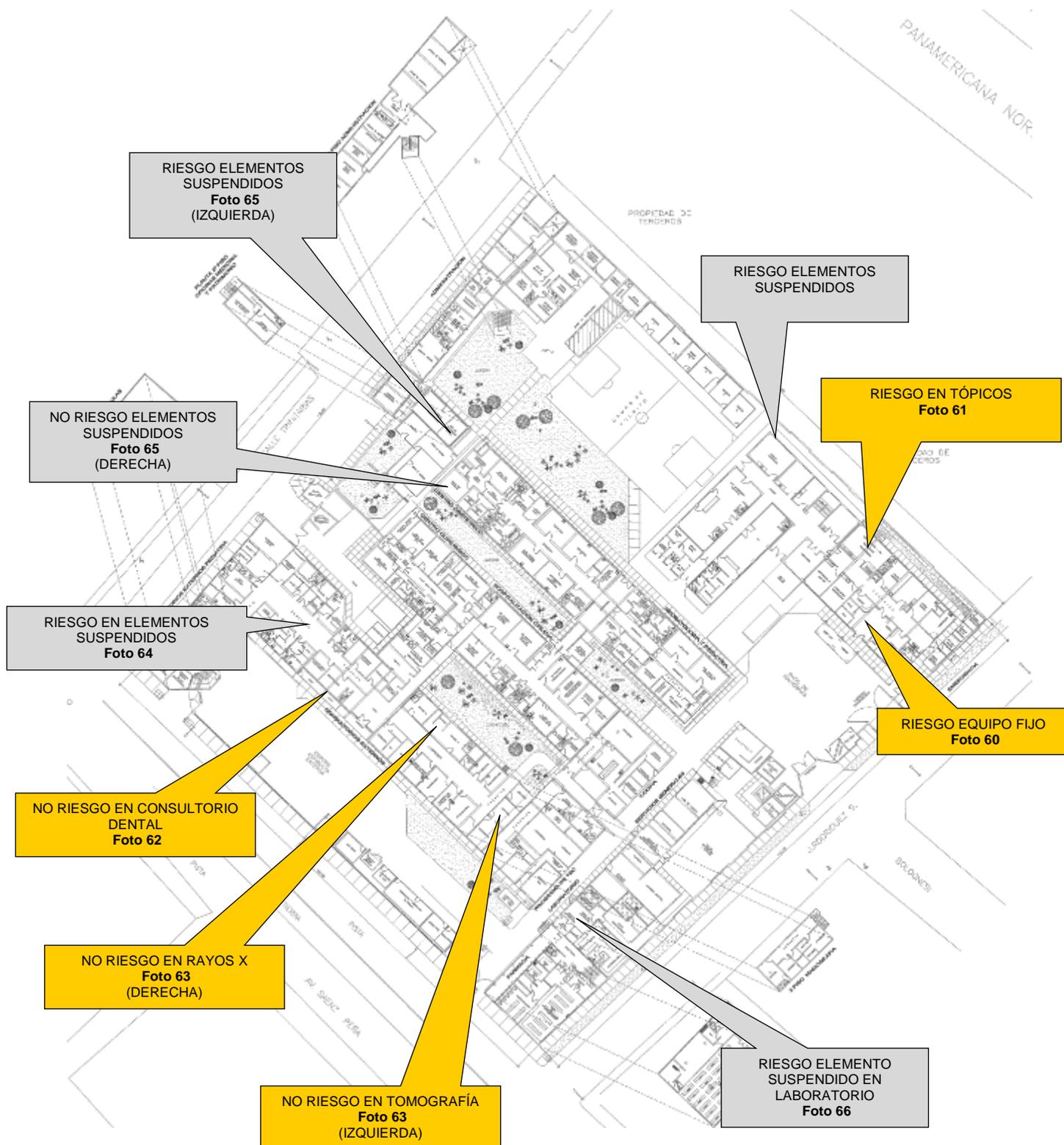
6.2.6. Equipos fijos

- Emergencia

En el bloque 9 (Foto 60), en el hall de emergencia cerca de la farmacia se tienen televisores que están fijados contra la pared con estructura metálica (rack), sin embargo no se encuentra fijado adecuadamente a la pared.



Foto 60. Hall de emergencia en el bloque 9



En el bloque 9 (Foto 61) en los tópicos de Emergencia se tienen equipos conectados que están fijados contra la pared a través de un mecanismo metálico de soporte tipo rotula, el cual se encuentra fijado adecuadamente a la pared. Asimismo, se ubican muebles fijados a pared, los cuales no están debidamente empotrados y se encuentran en regular estado.

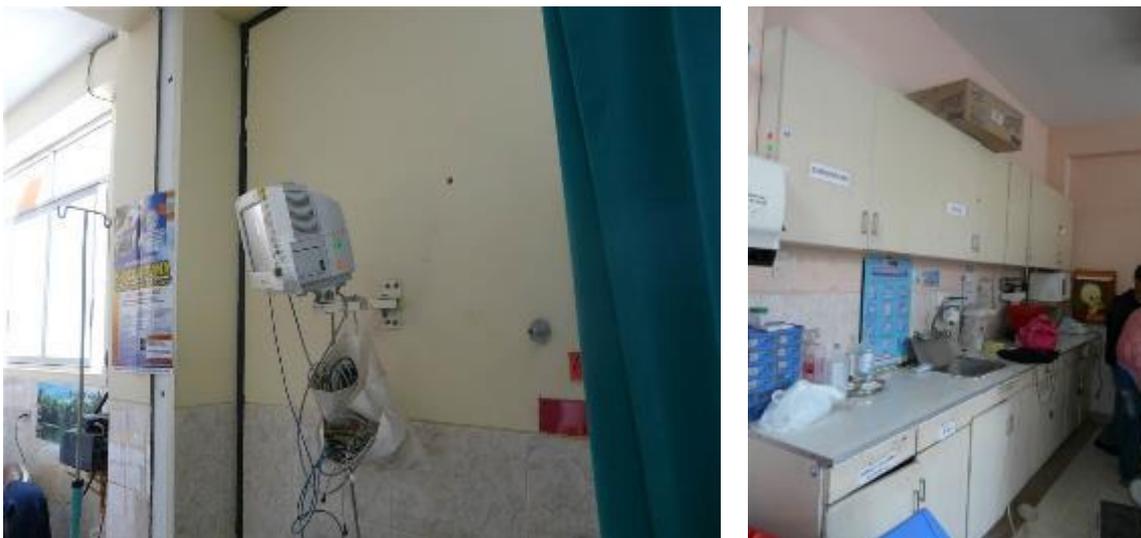


Foto 61. Tópicos de emergencias en el bloque 9

- Consultorios Externos

En el bloque 4 (Foto 62), en los consultorios dentales los equipos fijos se encuentran anclados a sus bases lo que permiten que no se desplacen ante cualquier caso eventual sísmico.



Foto 62. Equipos fijos en consultorios dentales

- Diagnóstico de Imágenes

En la Foto 63 (izquierda): en el bloque 4 los equipos fijos de tomografía se encuentran en buen estado, así como bien anclados al piso, lo cual evita su desplazamiento ante cualquier movimiento sísmico. En la Foto 63 (derecha): en el bloque 4 los equipos médicos de Radiología se encuentran en regular estado.



Foto 63. Equipos fijos en el bloque 4

6.2.7. Elementos suspendidos

- Consultorios Externos

En el bloque 4 (Foto 64), en la zona de consulta externa se tienen de sobre luz de puerta son de vidrio así como de ventanas, que en función a las deformaciones por sismos pueden romperse



Foto 64. Vidrios en la zona de consulta externa

- Centro Obstétrico

En la Foto 65 (izquierda): en el bloque 10 en la las luminarias de la estación obstétrica no cuentan con panel de protección. Existe riesgo de caída de los fluorescentes en un caso eventual. En la Foto 65 (derecha): en el bloque 10 en la sala de partos las luminarias si cuentan con panel de protección que evitan las caídas de los fluorescentes ante cualquier movimiento sísmico. Sin embargo verificar correcto anclaje de cialíticas por el peso puntual que soporta.



Foto 65. Luminarias de la estación obstétrica

- Patología Clínica

En el bloque 7 (Foto 66), en el laboratorio central se ubican sistemas de aire acondicionado que están fijas contra la pared. Existe riesgo de que el elemento suspendido se caiga ante un movimiento sísmico e implica el riesgo sobre el personal del laboratorio, se debe verificar anclaje.



Foto 66. Sistema de aire acondionad en el laboratorio central

- Emergencia

En el bloque 9 (Foto 67), en los tópicos de emergencia existen ventiladores, luminarias suspendidas al techo de forma inadecuada. Además las luminarias no cuentan con panel de seguridad para evitar su caída y elementos metálicos suspendidos del techo que sujetan las cortinas divisorias de ambientes. Existe riesgo ante caso eventual de sismo.

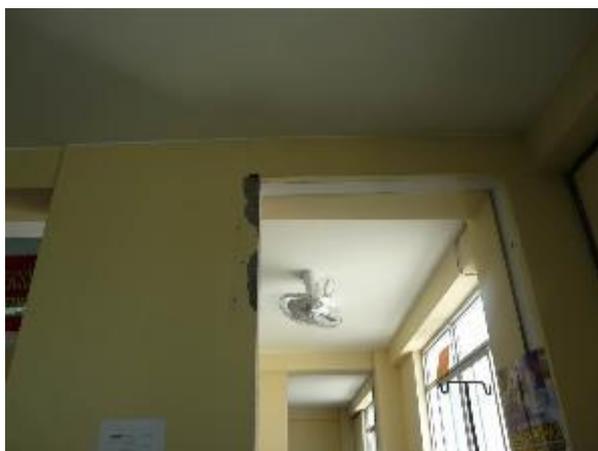


Foto 67. Tópicos de emergencia en el bloque 9

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, remplazar materiales de riesgo por otros que no representen peligro sísmico, como suplir en techos el material de teja por cubiertas livianas.
- Modificación, algunas veces es posible modificar un objeto que represente un peligro sísmico, incluye colocar recubrimientos plásticos a vidrios y materiales frágiles.
- Aislamiento, es útil para pequeños objetos sueltos. Colocar paneles laterales a estantes y puertas
- Refuerzo, colocar mallas de alambres o recubrimientos a muros vulnerables.
- Redundancia, almacenar medicamentos e insumos de reserva en sitios aislados.
- Respuesta rápida y reparación, almacenar suministros y herramientas en sitios accesibles y seguros que permitan su rápida utilización en emergencias.
- Considerar la protección de los vidrios con laminar de seguridad o cambio a vidrios templados o laminados en las raes de circulación, escaleras y rutas de evacuación.

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.

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. 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:

- El último tramo de la red de alcantarillado, antes de su descarga en un buzón de la red pública, atraviesa por debajo a una construcción donde están los ambientes de farmacia.
- Existen tramos de alcantarillado con tuberías de CSN.
- Falta una bomba centrífuga para la impulsión de agua.
- Existen tramos de redes de agua y alcantarillado cuyas tuberías ya cumplieron su ciclo de vida útil y se encuentran deterioradas
- Las conexiones entre tuberías y equipos de bombeo no cuentan con conexiones flexibles.
- Las tuberías de ingreso y salida en el tanque elevado se encuentran deterioradas y carecen de uniones flexibles.



Foto 68. Agua de la cisterna expuesta a contaminación.



Foto 69. Tapa de cisterna totalmente deteriorada.



Foto 70. Ingreso a la cisterna sin conexión flexible.



Foto 71. Tuberías y conexiones corroídas.

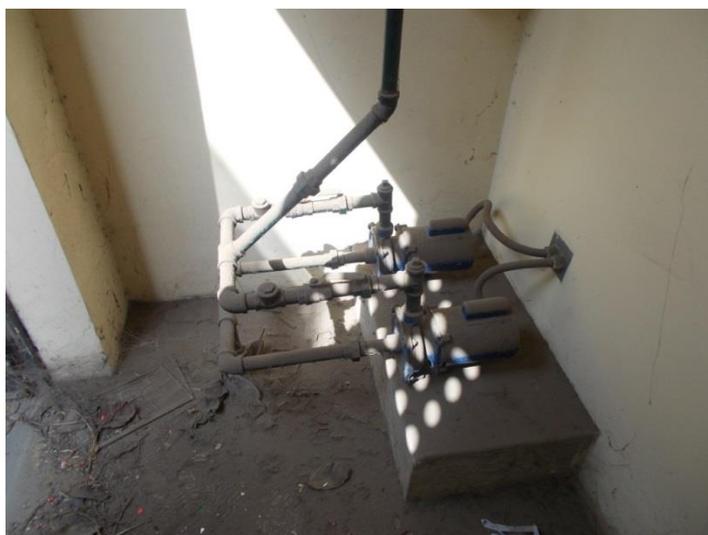


Foto 72. Árbol de descarga sin conexiones flexibles.



Foto 73. Tuberías de entrada y salida rigidizadas sin uniones flexibles.



Foto 74. Construcción noble (Farmacia) sobre tubería de alcantarillado



Foto 75. Tuberías y válvulas en proceso de corrosión.



Foto 76. Tablero de control de bomba deteriorado



Foto 77. Empalme de tuberías a estructuras de almacenamiento sin uniones flexibles

7.1.2. Instalaciones Eléctricas

Sistema eléctrico

Fuente alternativa capaz de suministrar energía eléctrica de forma permanente por un periodo de 72 horas en las áreas críticas

Generador eléctrico de Capacidad de 160 KVA , cuenta con un tablero de transferencia con una respuesta de aproximadamente 10 seg

Operatividad: en buenas condiciones

Reserva de combustible: no tiene previsto,

Recibe mantenimiento: periódico según programación

Lámparas de emergencia con baterías como sistema de prevención

Protección adecuada de fenómenos naturales

Riesgos, inundaciones, por estar en el nivel más bajo del hospital

Los medios de sujeción y/o anclajes son los adecuados

Conexiones con tuberías de combustible, se encuentran correctamente

Se encuentra ubicado en lugar no muy seguro

El sistema eléctrico en la edificación se ha cambiado aprox 40% del cableado eléctrico.

Interruptor principal y del resto de circuitos están de acuerdo a la capacidad instalada, para evitar sobrecalentamientos y corto circuito.

Existen instalaciones eléctricas provisionales con materiales inadecuados e improvisados que deberán cambiarse.

Las conexiones, conductores, con la fuente de energía eléctrica son las adecuadas.

Mecanismos de protección de sobrecargas, puestas a tierra necesitan ser actualizadas, así como cambiar llaves cuchillas y cables mellizos. Deberá cumplirse lo indicado en el Código Nacional de Electricidad.

Se encuentra área de iluminación seguro en áreas críticas, se debe mejorar la sujeción de lámparas.

Tableros de distribución requieren identificación de circuitos y directorio, instalación de sistemas de protección de vida. Y conexión a tierra , el grupo electrógeno se encuentran a una distancia que no afecta la seguridad del establecimiento por elementos inflamables, se verifica dispositivos contraincendios, como extintor de 9 Kg., y su señalización respectiva.



7.1.3. Instalaciones Mecánicas

Depósitos de combustible (diésel).

El hospital tiene un tanque de almacenamiento de 4000 gls. y tanques de diario con el que cuenta el grupo electrógeno y el caldero, se dispone de un abastecimiento mínimo de 5 días, cuentan con medios de sujeción para evitar caídas y derrames, se encuentran a una distancia que no afectan la seguridad del establecimiento por elementos inflamables, se verifica dispositivos contraincendios, como extintor de 9 Kg., y su señalización respectiva.

7.1.4. Instalaciones Electromecánicas

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

Los equipos electromecánicos como son equipos de cocina, equipos de lavandería, calderos grupos electrógenos, los conductos tuberías están debidamente sujetos sin posibilidad de movimiento, se verifica los anclajes, elementos con rigidez adecuada.

Se verifica que aire acondicionado no está expuesto a inundaciones

Calderos ubicados fuera del establecimiento principal debe contar con su casa de fuerza, aislados de los depósitos de combustible, de fácil acceso y en zonas no inundables.

Cuentan con equipos electromecánicos como calderas generadoras de vapor. Que cuentan con su panel de control independiente para cada caldero, y cuenta con sistema de extinción de incendios.

Los componentes de estos sistemas se encuentran en buen estado como son conductos, tuberías cables, el funcionamiento de las válvulas de seguridad.

7.1.5. Instalaciones Especiales

Gases medicinales

Se dispone de gases medicinales para 3 días como mínimo al tener un sistema de producción de oxígeno medicinal de 12m³, por hora a parte de un manifold de oxígeno con 10 salidas y un almacenamiento de 36 balones de O₂ en reserva

Los gases medicinales cuentan con medios de sujeción apropiados algunos pero hay que complementarlos, existe riesgo de posibles caídas

Los tanques verticales deben ser anclados con 3 o 4 direcciones, con uniones soldadas o atornilladas con pernos, deben contar con riostras cada 120 grados para evitar caídas en sismos

Gases están en una zona poco ventilada por lo tanto existe alto riesgo las instalaciones eléctricas no son anti explosivos, los manifold se encuentran en un pasadizo y las instalaciones eléctricas no son seguras para un manejo de gases, posibles explosiones.

Cuentan con Tanque Criogénico de oxígeno para el abastecimiento de los mismos a los diferentes ambientes del hospital, así como abastecimiento con balones de oxígeno.



7.1.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

Sistema de telecomunicaciones

Sistemas de comunicación se encuentran operativos.

Comunicación Internos: sistema de perifoneo altavoces, intercomunicadores se encuentran operativos,

Central telefónica, computadoras en red,

Los cables se encuentran expuestos debe mejorarse en un 60%

Sistema de comunicación Externa: internet radiocomunicación se encuentran operativos.

Cuenta con sistema alternativo de energía, proporcionado por el grupo electrógeno.

Sistemas alternos de comunicación radio teléfono celular, estado de antenas, abrazaderas se encuentran en buen estado, la torre se encuentra arriostrados adecuadamente.

Evaluación del ambiente donde se ubica la radio es reducido para un manejo de desastres natural.

7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

7.2.1. Instalaciones Sanitarias

- 1.- En la sala de máquinas se debe colocar una bomba centrífuga adicional y reemplazar las tuberías y conexiones en proceso de corrosión
- 2.- Reemplazar las tuberías de agua y desagüe en las redes generales que se encuentran deterioradas y que han cumplido su periodo de vida útil.
- 3.- Reubicar la tubería de alcantarillado que atraviesa el ambiente de farmacia.
- 4.- En las salas de máquinas se debe instalar uniones flexibles en el árbol de descarga de cada una de las líneas de impulsión.
- 5.- Las conexiones de ingreso y salida en el reservorio elevado deberán ser cambiadas y adecuadas con uniones flexibles.
- 6.- Cambio de las tuberías de concreto por tuberías de PVC.
- 7.- Incrementar el volumen de la cisterna de almacenamiento para casos de emergencia

7.2.2. Instalaciones Eléctricas

	1.1 SISTEMA ELÉCTRICO	RECOMENDACIONES
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	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.	Recomendación: El Hospital debe contar con sistema redundante de energía el cual debe contar con su respectivo tablero de transferencia
	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.	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
	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc.	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
	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	Corresponde a la SS EE Recomendación: requiere ordenamiento y protección de cables eléctricos, así como eliminar instalaciones eléctricas improvisadas

7.2.3. Instalaciones Mecánicas

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

7.2.4. Instalaciones Electromecánicas

Nº	SISTEMAS DE CALEFACCIÓN, VENTILACIÓN, AIRE ACONDICIONADO EN ÁREAS CRÍTICAS	RECOMENDACIONES
	Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.	recomendación: realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías que atraviesan juntas de dilatación
	Condición de tuberías, uniones, y válvulas.	recomendación: realizar mantenimiento y/o cambio de tuberías de tuberías, uniones y válvulas por antigüedad del hospital

7.2.5. Instalaciones Especiales

	SISTEMA DE GASES MEDICINALES O ₂	RECOMENDACIONES
	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	Recomendación asegurar con banda de sujeción balones de O ₂
	Ubicación apropiada de los recintos.	Recomendación: reubicar dicha central
	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales	Recomendación: instalar bandas de sujeción en ubicaciones de balones de O ₂ que faltan

7.2.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación

Nº	SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES	RECOMENDACIONES
	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén	Recomendación: Ordenamiento y protección de cales de comunicación interna

	conectados evitando la sobrecarga.	
	Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet,</i>	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.	Recomendación: ordenamiento y protección de cables, para garantizar comunicación en emergencias
	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.	Recomendación: habilitar ambiente apropiado para comunicaciones para manejo de emergencias en desastres.
	Seguridad del sistema interno de comunicaciones.	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 tsunamigénico de magnitud 8, con epicentro frente al litoral central, cuyas intensidades en Lima alcanzarían a VIII en la Escala Mercalli Modificada [Diseño de Escenario sobre el Impacto de un Sismo de Gran Magnitud en Lima Metropolitana y Callao, Perú. INDECI/PREDES. 2009. http://www.indeci.gob.pe/plan_a_sismo/d_esc_sis_lima.pdf, acceso 12abril2012]. Sus efectos podrían destruir o inhabilitar medio millón de viviendas y ocasionar unas 50 mil muertes y 50 mil a 686 mil heridos, un 10% de ellos tendrían lesiones graves que requerirían atención hospitalaria de alta complejidad. Las exigencias sanitarias de un evento de esta categoría exigirán la movilización del sector salud en su conjunto y requerirá ayuda externa.

El colapso estructural arrastrará al colapso funcional

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

Todo lo que funciona puede fallar.

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

Enfrentar esta situación implica requerimientos fundamentales (prioridades vinculadas):

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

Las metas de este estudio

El motivo de este estudio es estimar las condiciones funcionales actuales con que los servicios críticos del hospital (Emergencia, sala de operaciones, esterilización, UCI, postoperatorio, laboratorios, radiología, banco de sangre) enfrentarían un desastre sísmico e identificar los eslabones vulnerables para su intervención oportuna. El propósito es



mantener la capacidad resolutoria de los servicios, del establecimiento y de la red o el sistema durante la etapa de emergencia.

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

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

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

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

Se debe enfatizar, una vez más en que, el desastre no es un problema aislado del sector salud, es un problema social y es el Estado el responsable de la salud y la seguridad de la ciudadanía y, asimismo, los procesos asistenciales no se rigen por leyes exactas, son por el contrario influidos por multitud de factores, algunos incluso circunstanciales (horas y días de la semana, etc.), de ahí su variabilidad.

8.2. Análisis Situacional del Hospital

El “Análisis de la Situación de los Servicios del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz”, ASIS 2011, destaca lo siguiente:



La oferta de servicios del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz es la siguiente:

ESPECIALIDADES	NÚMERO DE ESPECIALISTAS
ANATOMÍA PATOLÓGICA	3
ANESTESIOLOGÍA	13
CARDIOLOGÍA	2
CIRUGÍA GENERAL	13
CIRUGÍA PLÁSTICA Y REPARADORA	3
DERMATOLOGÍA	2
ENDOCRINOLOGÍA	1
GASTROENTEROLOGÍA	1
GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA	18
LABORATORIO CLÍNICO	1
LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA	2
MEDICINA DE EMERGENCIAS Y DESASTRES	1
MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN	1
MEDICINA GENERAL INTEGRAL	1
MEDICINA INTERNA	6
NEONATOLOGÍA	1
NEUMOLOGÍA	1
NEUROCIRUGÍA	3
NEUROLOGÍA	1
NUTRICIÓN	5
OFTALMOLOGÍA	2
ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA	10
OTORRINOLARINGOLOGÍA	2
PEDIATRÍA	14
PSIQUIATRÍA	1
RADIOLOGÍA	7
REUMATOLOGÍA	1
UROLOGÍA	3
ODONTOLOGÍA	6

Fuente: Oficina de Recursos Humanos - HCLLH

En el año 2012 se realizaron un total de 137,941 atenciones en consulta externa.

Gráfico N° 1



Fuente registro HIS
Fuente registro SES, SOP, EGRESOS
Elaborado por: Unidad de Estadística e informática, OPE

Figura 45. Número de atenciones en Consulta Externa. Comparativo Anual del 2008 al 2012.

Los principales indicadores de producción y rendimiento muestran durante el 2012:

HOSPITAL CARLOS LANFRANCO LA HOZ – INDICADORES HOSPITALARIOS
AÑO 2012

CUADRO N° 1: INDICADORES DE PRODUCCIÓN

INDICADORES DE PRODUCCIÓN	AÑO	N° Atenciones Consulta Externa	Concentración de consultas	Receta Por Consulta	Análisis por Consulta	Exámenes Rx. Por Consulta	Emergencia por Consulta	N° Recetas Despachadas	N° Atenciones en Emergencia
	2008	122,582	4.8	2.26	1.2	0.1	0.32	277,416	19,982
2009	129,757	3.6	1.18	1.6	0.14	0.3	152,737	20,079	
2010	147,676	3.7	1.17	1.4	0.22	0.27	172,261	20,090	
2011	137,760	3.7	1.92	1.59	0.07	0.30	93,084	20,682	
2012	137,941	2.6	0.56	0.88	0.13	3.0	38,650	45,418	

Fuente: OEIHPP

INDICADORES DE RENDIMIENTO	AÑO	Hospitalización Número de Camas	Egresos	Días Paciente	Rendimiento cama	Ocupación Cama	Promedio de Permanencia	Intervalo de Sustitución	Días Cama Disponibles
	2008	88	7,454	10,530	7	63	2,00	2	32,208
2009	87	7,511	10,595	7	67	3,00	1	31,755	
2010	87	7,391	10,324	6	55	2,80	2	31,755	
2011	83	7,424	10,586	7	87	2,98	1	30,295	
2012	98	7,147	11,141	7,2	66	2,80	1.3	35,770	

Fuente: OEIHPP

Figura 46. Indicadores hospitalarios año 2012.

En el 2012 se obtuvo una concentración de 2.6 atenciones por paciente lo que se encuentra por debajo del estándar para hospitales II-2 que es de 4. En el promedio de atenciones de emergencia por atenciones de consulta externa se incrementó el 2012 a 2.8, que traduce la idiosincrasia de la población de acudir al hospital a través de los servicios de

Emergencia. El estándar es de 0.1 atenciones de emergencia por atenciones de consulta externa.

INDICADORES DE PRODUCCIÓN	AÑO	Emergencia Por consulta
	2008	0.35
	2009	0.34
	2010	0.27
	2011	0.30
	2012	2.8

Fuente registro HIS
Fuente registro SES, SOP, EGRESOS
Elaborado por: Unidad de Estadística e informática

Figura 47. Indicadores de producción de Emergencia por consulta.

Fuente: Evaluación Anual del Plan Operativo Institucional 2012. Dirección de Red de Salud Lima Norte IV, en: http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/13151/PLAN_13151_EVALUACION_POI_2012_2013.pdf Acceso 27oct.2013

Las causas más frecuentes de morbilidad fueron:

Reporte de las 10 primeras causas de morbilidad.

N°	Código	MORBILIDAD	TOTAL	%
1°	K021	Caries de la dentina	2,118	3.56
2°	J029	Faringitis aguda, no especificada	1,834	3.08
3°	J00X	Rinofaringitis aguda, rinitis aguda	1,793	3.01
4°	J459	Asma no especificado, asma de aparición tardía, bronquitis asmática / sob sibilancia, hip	1,757	2.95
5°	N40X	Hiperplasia de la próstata	1,095	1.84
6°	M545	Lumbago no especificado	1,078	1.81
7°	F412	Trastorno mixto de ansiedad y depresión	907	1.52
8°	N390	Infección de vías urinarias, sitio no especificado	859	1.44
9°	I10X	Hipertensión esencial (primaria)	770	1.29
10°	K30X	Dispepsia	768	1.29
		Otras morbilidades	46,503	78.18
		TOTAL MORBILIDAD	59,482	100.00

Fuente: "Metodología del estudio de clima organizacional, experiencia del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz" Año 2010. Unidad de Gestión de la Calidad. En: www.minsa.gob.pe/DGSP/clima/archivos/telecom2011/ExpHCLLaHoz.pdf Acceso 27 octubre 2013

La tasa de infecciones intrahospitalarias fue de 0.68 x 1000.



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:

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

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

De la evaluación estructural se observa que el Hospital Carlos Lanfranco La Hoz no es seguro ante la acción de un sismo severo ya que todas las edificaciones analizadas (áreas críticas) sobrepasan los límites de distorsiones (0.003) y/o esfuerzos cortantes resistentes de acuerdo a la norma técnica E.070 en los muros de albañilería.

En el caso de la edificación más reciente, Bloque 9-C, también supera los límites mencionados anteriormente, pero en menor medida a las demás.

Desde el punto de vista estructural correspondiente a la filosofía de diseño de la norma peruana sismorresistente (E.030) las edificaciones son seguras para evitar la pérdida de vidas humanas; sin embargo, para los componentes no estructurales la distorsión de entrepiso mencionada produce fisuras en los muros de albañilería.

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.

Se recomienda que los funcionarios responsables de tomar las decisiones sobre este establecimiento de salud evalúen la posibilidad de la construcción de nuevas edificaciones con una mayor capacidad para reemplazar las estructuras mencionadas a excepción del Bloque 9-C en vista que las estructuras (incluyendo el tipo de cimentación) no son seguras frente a un sismo severo y presentarían algunas fallas frente a un sismo moderado.

En el caso de la estructura del Bloque 9-C se recomienda la intervención de los muros de albañilería para ser reemplazados por placas de concreto armado en la medida que se satisfaga los requerimientos de seguridad mencionados anteriormente.

9.2. Componente No estructural

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

Para el sismo moderado:

TIPOS DE SISMO	N° DE BLOQUE	Estructura	SISMO X	SISMO Y
			Distorsión	Distorsión
MODERADO	4	A	0.00272	0.00099
MODERADO	4	B	0.00134	0.00211
MODERADO	4	D	0.00419	0.00633
MODERADO	7	1	0.00052	0.00091
MODERADO	8	Fondo de tanque	0.13489	0.00016
MODERADO	9	A	0.00035	0.00015
MODERADO	9	B	0.00019	0.00016
MODERADO	9	C – Piso 1	0.00097	0.00041
MODERADO	9	C – Piso 2	0.00014	0.00014

Para el sismo severo:

TIPOS DE SISMO	N° DE BLOQUE	Estructura	SISMO X	SISMO Y
			Distorsión	Distorsión
SEVERO	4	A	0.00545	0.00199
SEVERO	4	B	0.00268	0.00423
SEVERO	4	D	0.00838	0.01267
SEVERO	7	1	0.00105	0.00181
SEVERO	8	Fondo de tanque	0.26978	0.00032
SEVERO	9	A	0.0007	0.0003
SEVERO	9	B	0.00039	0.00033
SEVERO	9	C – Piso 1	0.00195	0.00081
SEVERO	9	C – Piso 2	0.00028	0.00028

Dado estos resultados se proceden realizar las siguientes recomendaciones, las cuales se ilustran en la Figura 48, a fin de mitigar los efectos negativos que se pueden tener ante un evento sísmico, estas acciones están relacionadas con el componente no estructural.

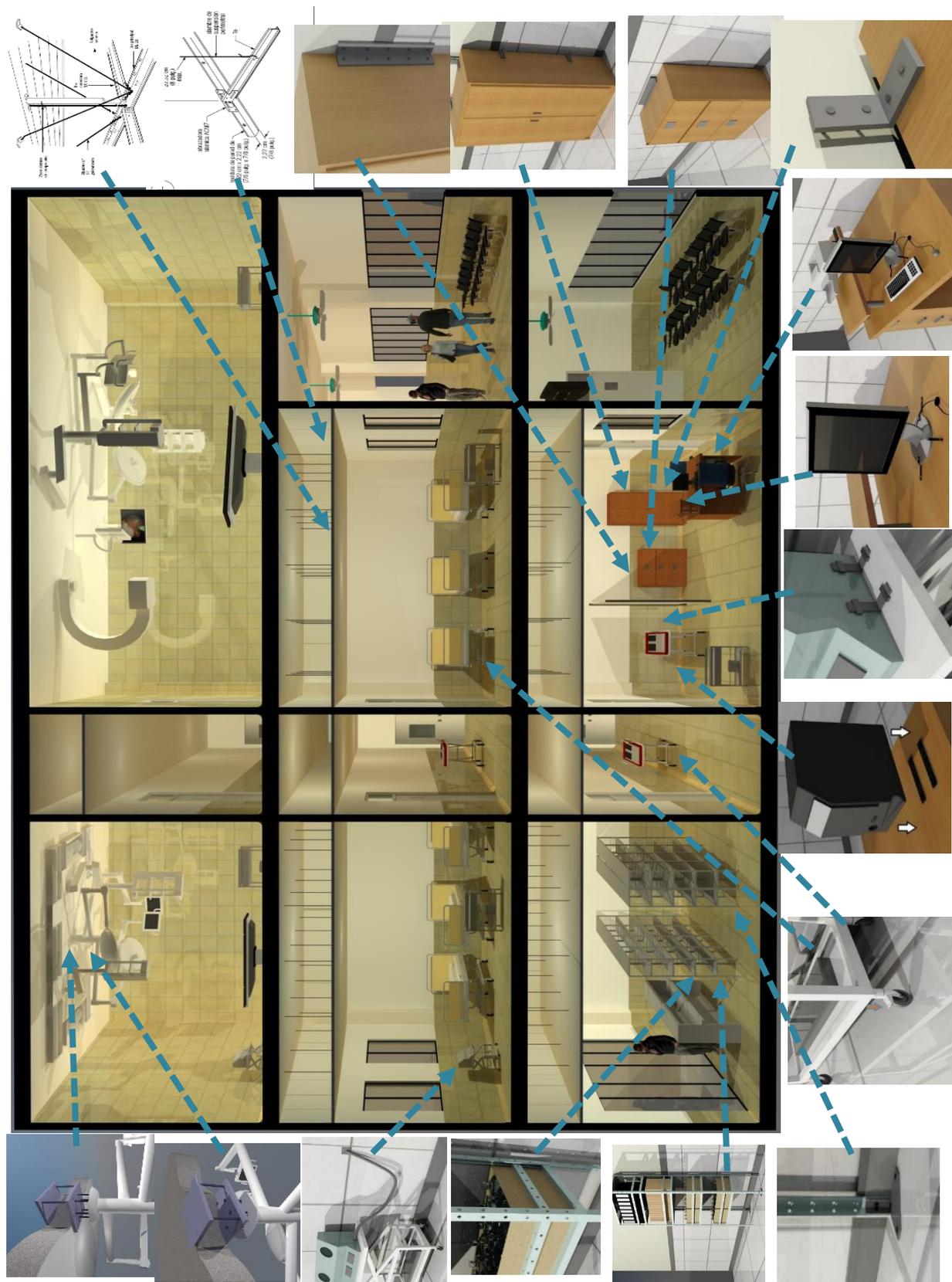


Figura 48. Mitigación de Vulnerabilidad de los Elementos No estructurales

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. Influencia del Entorno

Los Hospitales son propensos a sufrir daños materiales y sobretodo pérdidas humanas a consecuencia de factores externos, por el entorno inmediato. Los factores a considerar en estos hechos son: las características de las edificaciones vecinas, los elementos urbanos (postes de alumbrado, postes de cableado, letreros o avisos

publicitarios, el relieve o topografía del entorno, la presencia de centros o depósitos de combustible, las construcciones temporales que dan paso al comercio ambulatorio y el uso indebido de las vías vehiculares como estacionamientos de combis y autos.

Específicamente, en el caso del Hospital Carlos Lanfranco La Hoz, por encontrarse en un entorno mayoritariamente libre de edificaciones vecinas y con dos frentes a una avenida de alto tránsito podemos decir que si bien es importante para la conexión del centro hospitalario con la ciudad, puede ser un riesgo siempre que no existan señalizaciones de tránsito y rutas de evacuación marcadas preferentemente para proteger a las personas en casos eventuales.

Por ello 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.

9.2.3. Equipamiento no médico

Informático

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

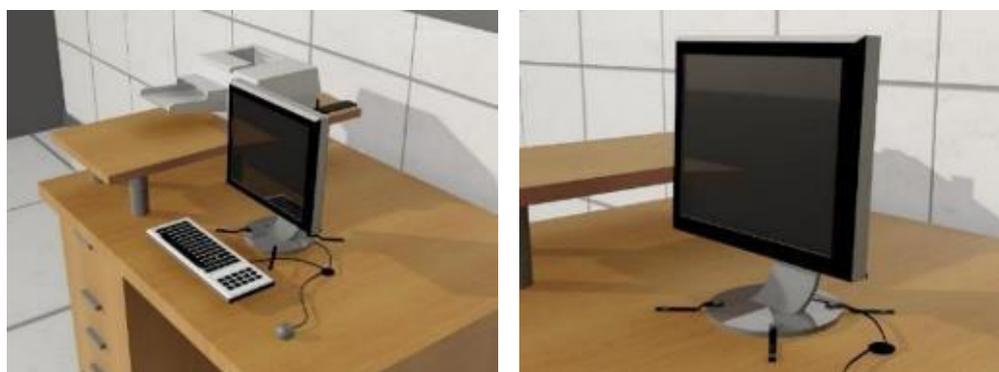


Figura 49. Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos



Figura 50. 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 51. Archivadores deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación



Figura 52. 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 53. 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 54. Formas de asegurar equipos electrónicos, mediante seguros de correas

9.2.4. Equipamiento Médico

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

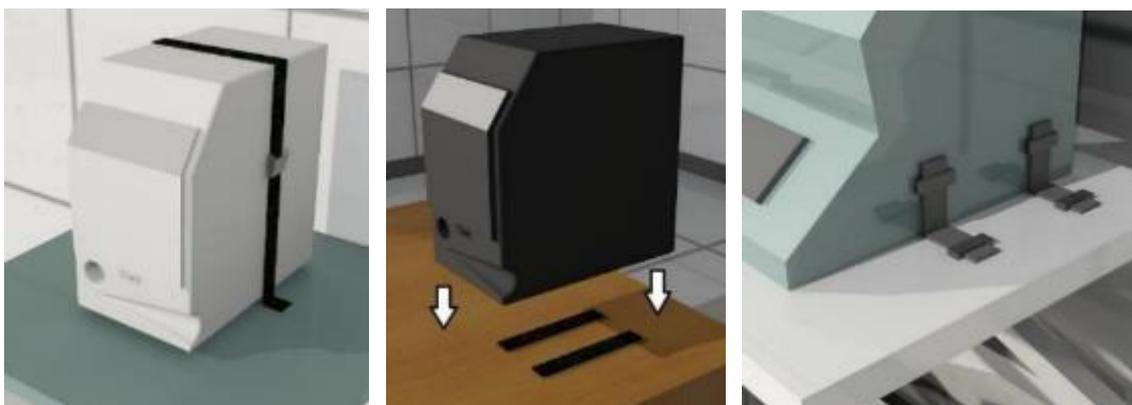


Figura 55. Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia.

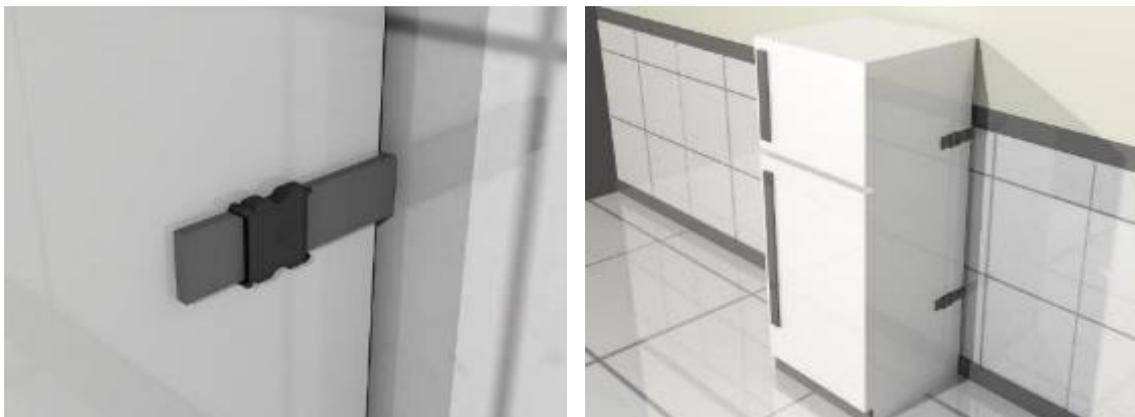


Figura 56. Formas de asegurar equipos fijos, mediante seguros de correas a fin de evitar caídas o volcamientos

9.2.5. 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.

9.2.6. 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.

9.2.7. 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.

9.2.8. Equipamiento de Laboratorio de Análisis Clínico

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

9.2.9. Esterilización

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

9.2.10. 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.

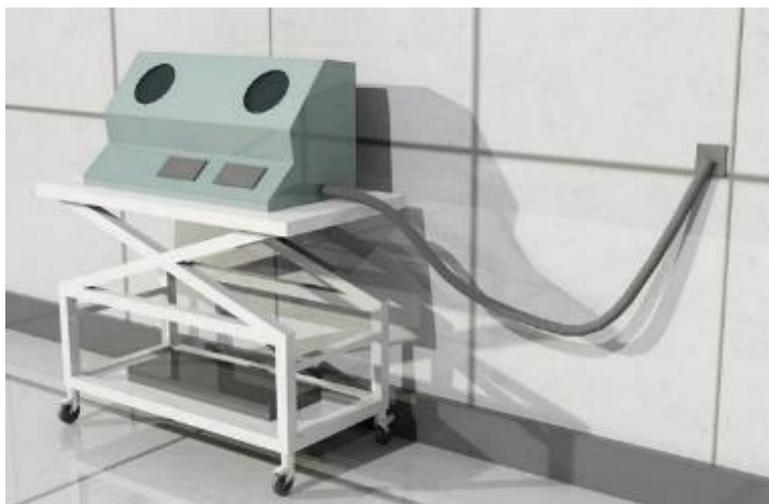


Figura 57. Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados

9.2.11. 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.

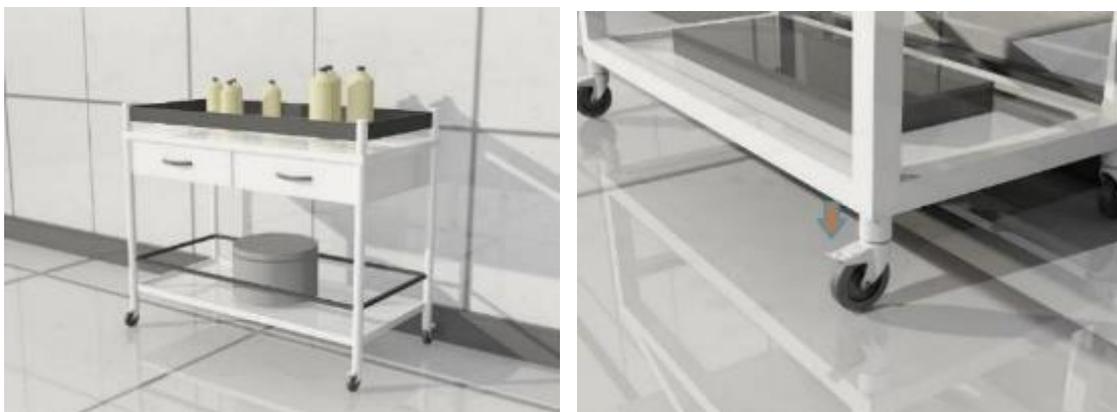


Figura 58. Equipos y mobiliarios rodables de debe procurar que su seguros este accionado 'para evitar desplazamiento y/o caídas.

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

9.2.13. Elementos Suspendidos

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

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

Beneficios y limitaciones de la mitigación de la vulnerabilidad

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

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

9.3. Componente Funcional

9.3.1. Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria (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	ÍTEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
85	Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres. Solicitar el acta constitutiva del Comité y verificar que los cargos y firmas correspondan al personal en función.	Existe un Comité Hospitalario de Defensa Civil sin RD, se reúne por convocatoria	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.	Está integrado por 09 miembros: jefes de servicios, departamentos, oficinas y gremios.	Mantener la pluralidad del equipo del CHDC, supervisando la participación activa de sus miembros.
87	Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica	Está precisada la función básica del Comité más no las funciones específicas de sus miembros.	Precisar las funciones de los miembros del Comité, considerando la posibilidad de un manual de funciones
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).	Existe asignado un espacio y local desde fines del 2012 refiriendo que fue proporcionado por la OGDN	Consolidar la decisión terminando de implementar el local asignado.
89	El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	Está ubicado en amplio espacio que no tiene estructuras que puedan colapsar y es accesible desde diversos espacios del hospital	Consolidar la decisión evitando reemplazar su uso por otras necesidades.
90	El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet.	Al momento de la visita no había internet por tres días seguidos y no contaban con modem que pueda reemplazar esta eventualidad.	Considerar tanto los aspectos de decisión como financieros para asegurar informática.
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.	No existe un sistema de llamadas ni de perifoneo, refiriéndonos que se está en proceso de implementación a mediano plazo	Implementar un sistema de comunicación por perifoneo.
92	El COE cuenta con sistema de comunicación alterna. Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros.	Existe un sistema de celulares tipo RPM que pone en comunicación a la mayoría de centros de salud dependientes del Hospital.	Seguimiento y control para un funcionamiento continuo del sistema de comunicación

93	El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	Recibidos recientemente como parte de la implementación del local del COE por la OGDN	Terminar de implementar el mobiliario del COE
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).	Se tienen los números telefónicos de los centros de salud, de la municipalidad y otras instituciones.	Consolidar la constante presencia del directorio telefónico actualizado.
95	“Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal. Verificar que las tarjetas de acción indiquen las funciones que realiza cada integrante del hospital especificando su participación en caso de desastre interno y/o externo.	No se tiene las tarjetas de acción y se desconocía mayormente su necesidad.	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	ÍTEM	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)	Existen acciones que contemplan las actividades en las fases del desastre pero no se definen claramente. Se refiere que el personal se ha entrenado en diversos simulacros.	Implementar en todos los servicios planes de emergencia acordes a cada particularidad bajo el Plan General
97	Procedimientos para la activación y desactivación del plan. Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan.	Los encargados no supieron responder quien es el responsable y no existía en el Plan presentado.	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.	Los documentos e información presentada determinaron que no existen y se desconoce la posibilidad de provisiones ante el desastre.	Regular las provisiones 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:	Informaron que se desconocía este aspecto y no figuraba en el Plan.	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:	Solo se mencionó al área de losa deportiva del hospital y no figuraba un plan elaborado para plasmar áreas de expansión en otros servicios o áreas	Continuar los estudios y coordinaciones con otras instituciones del distrito a fin de considerar más posibilidades de espacios
101	Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Existe el área de triage para desastres ubicado al costado del local del COE y el personal sería el de Emergencia. A contemplar en el Plan que se está desarrollando	Consolidar la decisión en el Plan. 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.): <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	No se encuentra en el Plan de Defensa Civil presentado y los miembros no conocen la posibilidad de contar con los servicios descritos.	Gestionar la provisión de líneas vitales y equipamiento para la zona de expansión ya designada.



PERÚ

Ministerio de Salud

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



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: <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	No existe en el Plan y se desconoce por parte de los entrevistados.	Desarrollar la normativa que responda a cada realidad. 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. <i>Completa y actualizada.</i>	Se verifico extintores que casi estaban por vencer pero aun dentro de la fecha permitida. No se pudo constatar todos los hidrantes.	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: <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El personal encargado refirió que la unidad de epidemiología conoce un plan, pero no se mostraron documentos.	Coordinar más estrechamente con la Unidad de Epidemiología a fin de que se interiorice los conceptos sobre desastres y la necesidad de que realicen su propio plan.
106	Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense. Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	No existe el procedimiento, solo existe un área señalada en la loza deportiva y cercano al mortuorio.	Implementar los procedimientos para el manejo de potenciales cadáveres en función al número probable que se necesite.
107	Procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento. <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Existe el personal entrenado y es un área donde se han desarrollado simulacros. Se objetivo un informe del mismo.	Consolidar la experiencia ganada. 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: <i>Cuenta con vehículos adecuados y en cantidad suficiente.</i>	3 ambulancias, 2 activas, una en mantenimiento. Refieren suficiente es dos	Realizar un estudio en función a la necesidad real de ambulancias frente a un evento adverso
109	Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia. El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	No está considerado en el Plan	Considerar la necesidad de raciones alimentarias en el Plan de Emergencias y obtener la normatividad que permita este aspecto.
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>	Si bien existe parte de la asignación de funciones mostrada en el plan, se desconocía fundamentalmente la importancia de este rubro.	Continuar en el trabajo de entrenamiento y preparación ante emergencias y desastres
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 considerado en el Plan y no tomado en cuenta hasta la presentación de este punto	Implementar en el Plan y considerar los espacios que se pueden optimizar sin turgurización.
112	Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad. <i>Vinculado y operativo.</i>	Hay niveles de coordinación con diferentes instancias de la comunidad sin llegar a plasmarse planes conjuntos.	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: Existe el mecanismo y el personal capacitado, y se cuenta con recursos para implementar el censo.	No se cuenta ni se mostraron formatos habilitados para esta acción.	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. <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	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>	Al momento de la entrevista no se pudo señalar con uniformidad quien sería el encargado para información ni existe en el Plan.	Establecer con claridad en el Plan quién se hará responsable de la información real y oportuna sobre las acciones que se desarrollarían ante un desastre.
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>	No está considerado en el Plan.	Considerar en el Plan el personal que se programaría en los diversos turnos ante las diversas alertas y respuestas que tengan que darse
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>	El procedimiento se ha plasmado en los diversos simulacros, por lo que se ha considerado que cumplimenta a pesar que el Plan lo considera parcialmente.	Reforzar los simulacros considerando a todos los servicios bajo un plan general y específicos
118	Las rutas de emergencia y salida son accesibles. Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción. <i>Obstrucciones.</i>	Las rutas son relativamente amplias, tienen señalización y mayormente no tienen bloqueos	Continuar con la amplitud que aún guarda el hospital en sus pasajes y comunicaciones. Evitar la tugurización
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 objetivo informes de los simulacros dirigidos a la autoridad central del Hospital y con copias a OGDN. Se hicieron dos simulacros el pasado 2012 y uno en este 2013.	Realizar ejercicio de simulación y simulacros en los diferentes turnos, con supervisión de DISA- OGDN, incluyendo prácticas de recuperación operativa de áreas críticas.

3. Planes de contingencia para atención médica en desastres.

ISH	ÍTEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
120	Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos.	El Plan de Respuesta para E&D está diseñado para sismos, incendios y desórdenes civiles, el personal conoce el plan y tiene experiencia. No hay un procedimiento diferenciado para estos eventos	Elaborar planes de contingencia específicos
121	Crisis sociales y terrorismo.	Hay Plan de Contingencia de Sobredemanda mencionado en el Plan de Respuesta.	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>	Están mencionados en el Plan de Respuesta, se dispone de una Tarjeta de acción para este rubro	Elaborar plan de contingencia ante incendios y explosiones 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>	No existe Plan	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>	Existen procedimientos para dengue e influenza, con R.D. aprobada, el personal está entrenado	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>	Se da en la asistencia en la práctica pero no hay un plan específico	Elaborar plan de contingencia de atención psicosocial en desastres
127	Control de infecciones intra-hospitalarias. Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Tomado como plan del MINSa adaptado. No llega a ser Manual exactamente pero se aproxima	Realizar un Manual o Plan de control de Infecciones Intrahospitalarias para el Hospital, en relación a desastres.,

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

ISH	ÍTEMS	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>	Se constató un número de balones importante y los teléfonos de los proveedores.	Consolidar la seguridad de este material dada su gran importancia así como su potencial peligro
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>	Las áreas críticas como emergencia, cuidados intensivos y anestesia cuentan con ventiladores que no cubrirían más de 72 horas según refieren.	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>	Los equipos electromédicos existentes cubrirían menos de 72 horas la atención de demanda súbita.	Ampliar dotación, incluyendo reserva para desastres.
142	Equipos para soporte de vida. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Cubrirían menos de 72 horas.	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 cuenta a nivel básico con mascarillas, batas, algunos protectores oculares, que cubrirían menos de 72 horas.	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 carros de atención de PCR para adultos y pediátricos pero que cubrirían menos de 72 horas.	Ampliar el número de coches de paro cardiorrespiratorio.
145	Tarjetas de triage y otros implementos para manejo de víctimas en masa. En el servicio de urgencias se difunde e implementa la tarjeta de TRIAGE en caso de saldo masivo de víctimas. Se debe evaluar según la capacidad instalada máxima del hospital. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	Existen tarjetas, deterioradas y en poca cantidad que no cubriría más de 72 horas.	Ampliar abastecimiento de tarjetas de triage y capacitar en su uso.

Observaciones

El Hospital Carlos Lanfranco la Hoz tiene potencialmente las condiciones para iniciar y consolidar su Plan Hospitalario para Emergencia y Desastres, debido a contar con personal, parte de entrenamiento y espacios, para lo cual debe optimizar sus recursos y dar responsabilidades a dedicación exclusiva a un equipo para emergencias y desastres, canalizando un Plan Director que evite la utilización de espacios sin fundamento técnico.

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

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.

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

<p>Organización Dispone su servicio de un plan específico de respuesta a desastre coordinado con el Plan de Respuesta a Emergencias y Desastres del Hospital</p>
<p>Personal Dispone su personal de una Tarjeta de Acción con los procedimientos individuales para respuesta en caso de desastre</p>
<p>Mitigación funcional Se han implementado medidas de mitigación funcional que reduzcan los efectos del impacto del terremoto y aseguren el funcionamiento resolutivo de sus instalaciones ocurrido el siniestro</p>
<p>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</p>

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

Se obtuvo la siguiente información:

Disponibilidad de mecanismos o recursos alternativos en las áreas críticas para recuperación funcional tras el impacto de un terremoto destructivo
 Octubre de 2013

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

La consulta señaló un nivel de disponibilidad actual:

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

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

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

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

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

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

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

Se indagó la disponibilidad de los mecanismos siguientes:

Comprobación de disponibilidad
Local alternativo parcial para algunas áreas del 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. Carlos Castañeda Pacheco, Jefe del Servicio de Emergencia
- Dr. Héctor Mejía Cordero, Médico del COE
- Lic. Mildred Ruiz Villacorta, Jefe de Oficina de Economía.

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; los expertos estiman que 200 mil viviendas quedarían destruidas y 348 mil inhabitables, esto ocasionaría unas 51 mil muertes y entre 50 mil a 686 mil heridos en Lima y el Callao.

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

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

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

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

El comité está formalizado y operativo, no dispone de personal dedicado especialista en gestión del riesgo de desastres pero sí de un local permanente.

Su vulnerabilidad es de nivel medio.

b. Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.

Las instalaciones no están sobreocupadas. Se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación y no existen planes específicos para las diversas áreas críticas. Hay zonas para expansión para caso de desastre pero sin líneas vitales.



Su vulnerabilidad es alta.

c. Planes de contingencia para atención médica de desastres.

Aunque están mencionados en el plan de Defensa Civil, no están consignados en documentos específicos.

Su vulnerabilidad es alta.

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

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

Su vulnerabilidad es alta.

e. El Servicio de Emergencia.

El área operativa está habitualmente muy ocupada y sus recursos son limitados.

Su vulnerabilidad es alta, más aún por su ubicación geográfica en el Cono Norte.

f. Otros servicios críticos del hospital.

Su organización, espacios y recursos serían insuficientes para afrontar un terremoto destructor.

Su vulnerabilidad es alta.

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

Recomendaciones:

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

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

b. *Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.*

Evaluar y solucionar actuales limitaciones como 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.*

Reforzar el triage y disponer de varios equipos para caso de desastre, potenciar los mecanismos de referencia a hospitales de mayor complejidad y contar con presupuesto adecuado para cumplir su función asistencial.

f. *Otros servicios críticos del hospital.*

Incrementar el número de especialistas del hospital, potenciar equipamientos, concertar flujos de pacientes graves, y asignar recursos materiales en mayor volumen.

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

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.

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.

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

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

9.4. Componente de Líneas Vitales

9.4.1. Instalaciones Sanitarias

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

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

- 5.- Dotar con bombas de reserva al hospital
- 6.- Cambio de las tapas de las cisternas por tapas sanitarias.
- 7.- Reemplazar los equipos de producción de agua blanda.

9.4.2. Instalaciones Eléctricas

SISTEMA ELÉCTRICO	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 o igual a 165 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

9.4.3. Instalaciones Mecánicas

Nº	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (DIESEL):	CONCLUSIONES
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	Realizar mantenimiento de válvulas, mangueras

9.4.4. Instalaciones Electromecánicas

Nº	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

9.4.5. Instalaciones Especiales

7	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.

9.4.6. Redes y sistemas informáticos de Comunicación

Nº	1.2 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 cales 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

10.1. Documentación Técnica

De las inspecciones realizadas y la evaluación estructural se concluye que es necesario una intervención de gran medida en la mayoría de las estructuras. Considerando que las estructuras son de un nivel y la cimentación no es apropiada para el tipo de suelo de fundación se recomienda que los funcionarios responsables de tomar las decisiones sobre este establecimiento de salud evalúen la posibilidad de la construcción de nuevas edificaciones con una mayor capacidad para reemplazar las estructuras mencionadas a excepción del Bloque 9-C en vista que las estructuras no son seguras frente a un sismo severo y presentarían algunas fallas frente a un sismo moderado.

En el caso de la estructura del Bloque 9-C se recomienda la intervención de los muros de albañilería para ser reemplazados por placas de concreto armado en la medida que se satisfaga los requerimientos de seguridad mencionados anteriormente. Asimismo se debe evitar las columnas cortas retirando los muros de albañilería que lo circundan.

10.2. Esquemas

En el Bloque 9-C es necesario rigidizar su estructura mediante la inclusión de placas de concreto armado, como se muestra en la Figura 60. Asimismo, incrementar la sección de las columnas y la separación de los muros de albañilería en los vanos de los pórticos de concreto armado (dentro de las líneas punteadas).

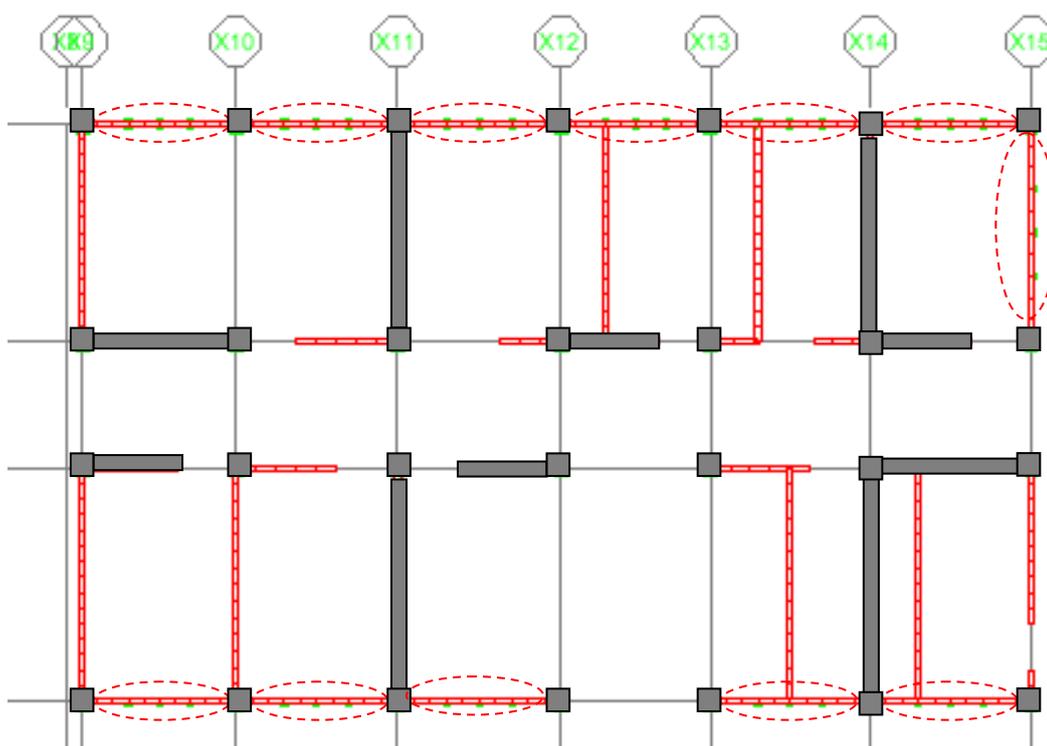


Figura 60. Esquema de reforzamiento con placas de concreto armado en el Bloque 9C

10.3. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática

Para la estimación del costo de la propuesta solución de la intervención para el reforzamiento estructural se considera un ratio de US\$300,000 (trescientos mil dólares americanos) por cama para un hospital nuevo, de los cuales el 20% corresponde a la parte estructural. De esa forma, el costo directo para el reforzamiento estructural del Bloque 09-C es aproximadamente de US\$ 200,000 (doscientos mil dólares americanos), que corresponde a un 37% del área techada a intervenir.



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. Natural period of sites in the valley of Mexico from microtremor measurements, Earthquake Spectra, (1988), 4, 805-14.
- [4]. Lermo, J. and F. J. Chavez-Garcia (1994). Are microtremors useful in site response evaluation?, Bull. Seism. Soc. Am., 83,1350-1364.
- [5]. 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. Nº3. pags. 25-30.
- [6]. Omori, F. (1908)"On Micro-Tremors".Bull. Imperial Earth. Investigacion Committee of Tokyo, Vol II. Pag. 1-6.
- [7]. Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [8]. Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [9]. Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el cálculo de vulnerabilidad sísmica – Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú / Octubre 2003.
- [10]. Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo Scaletti Farina – FIC – UNI /2003.
- [11]. Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.
- [12]. Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [13]. Reducción del Daño Sísmico – Guía para empresas de agua – Organización Panamericana de la Salud (OPS) y American Water Works Association (AWWA)/ 2003.
- [14]. Damage Estimation of Water Distribution Pipes following recent earthquakes in Japan – Y. Maruyama and F. Yamazaki – Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [15]. Post Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.



ANEXO I PANEL FOTOGRÁFICO – VIBRACIÓN AMBIENTAL



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



Figura AI-11. Punto 10



Figura AI-12. Punto 11



Figura AI-13. Punto 12



ANEXO II

REGISTRO DE MEDICIONES – VIBRACIÓN AMBIENTAL

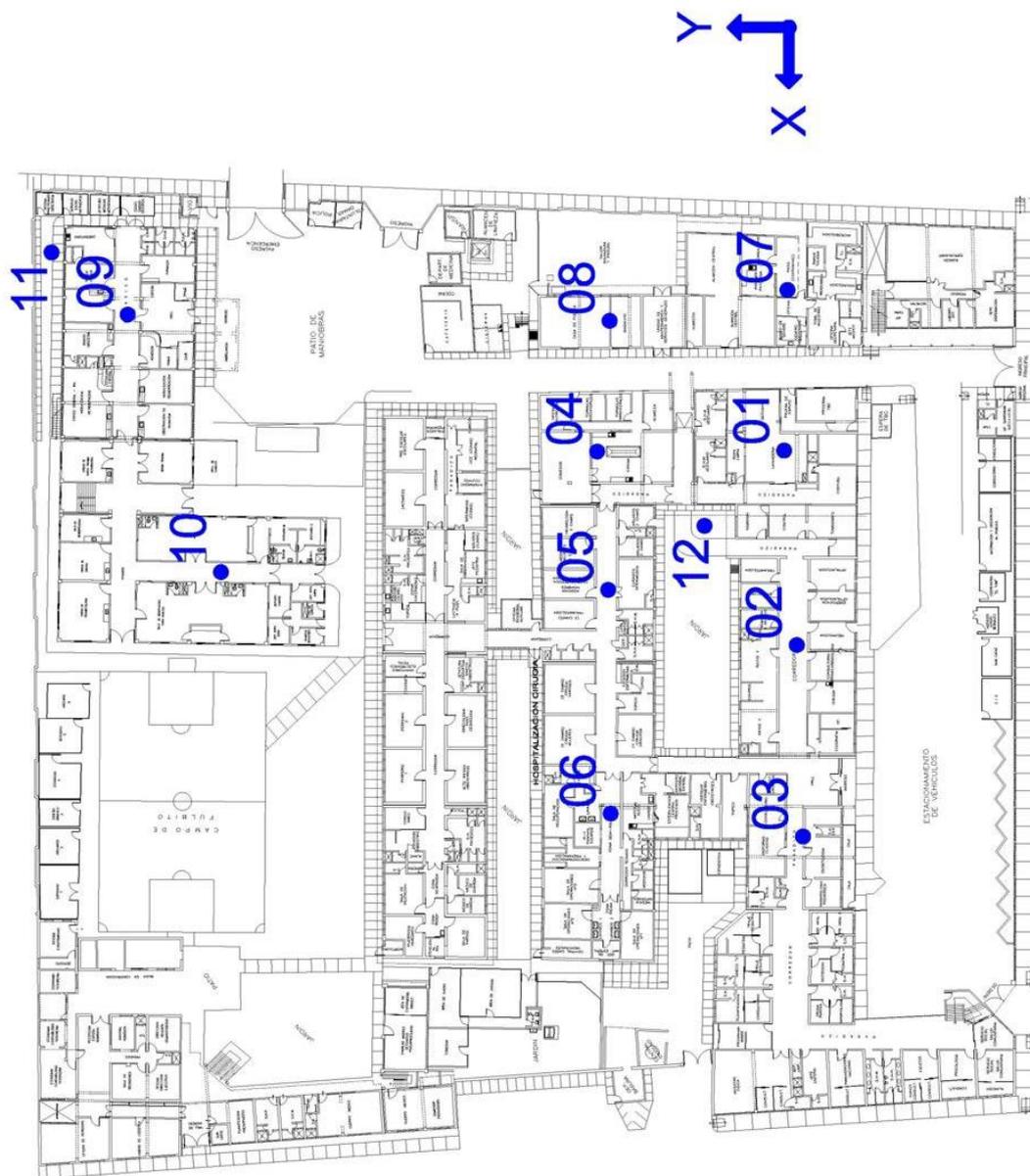


Figura AII-1. Ubicación de mediciones de microtremores.

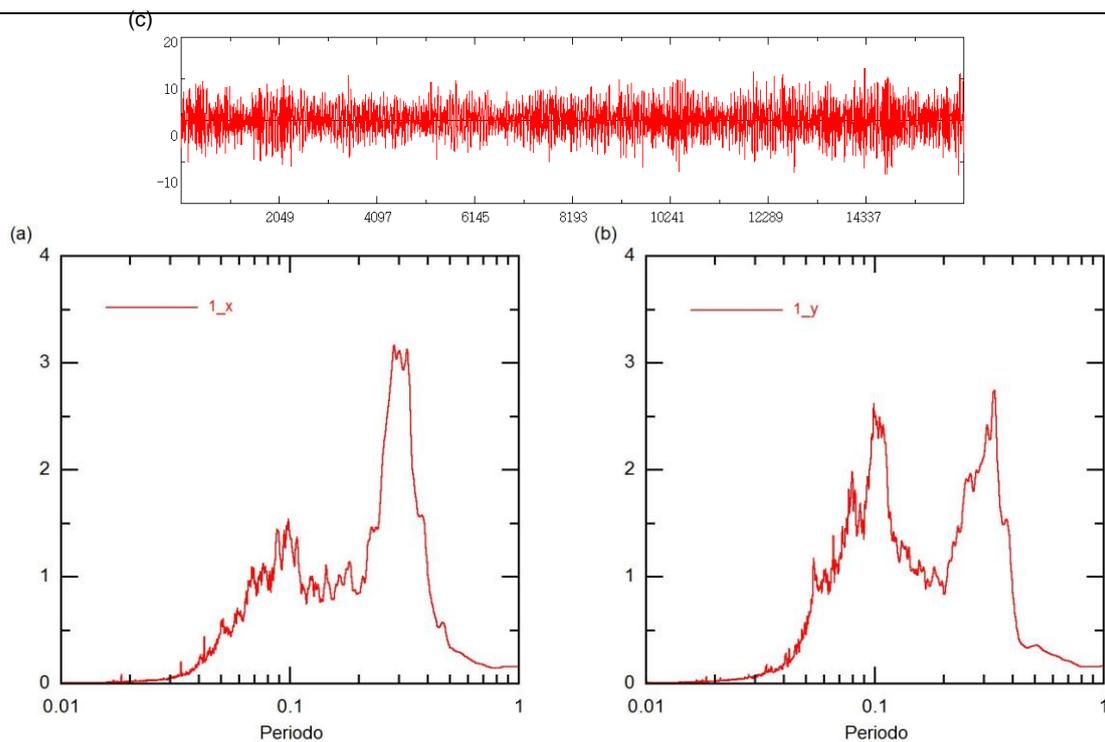


Figura AII-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

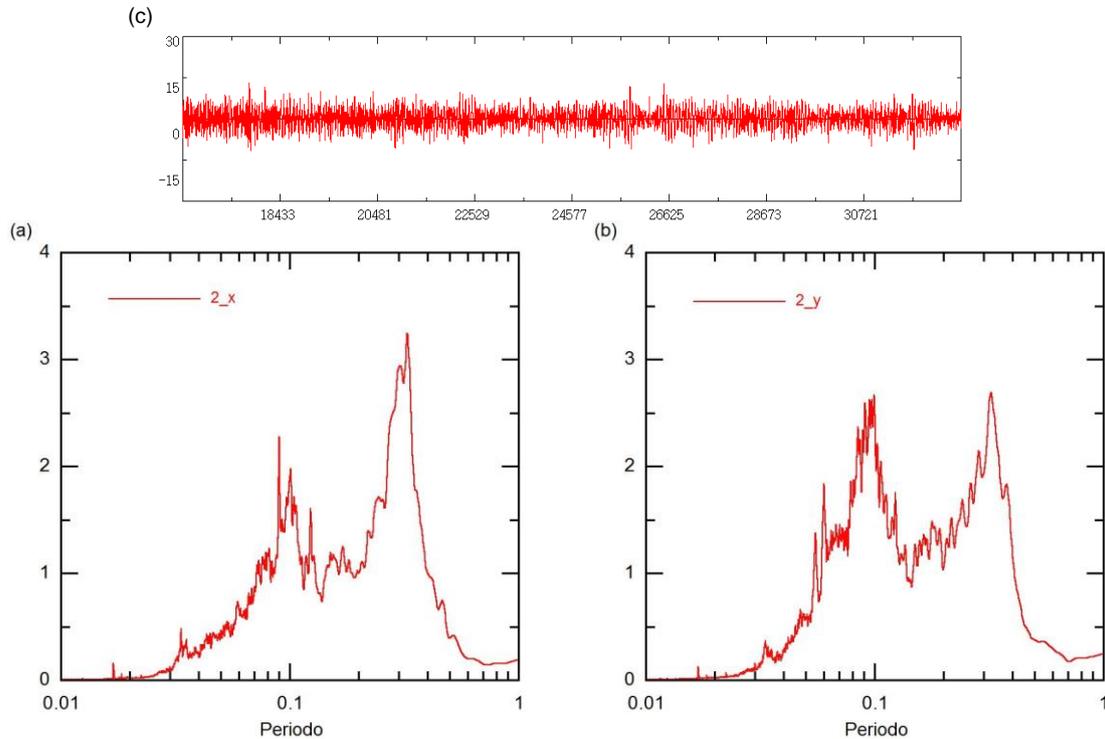


Figura AII-3. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02.

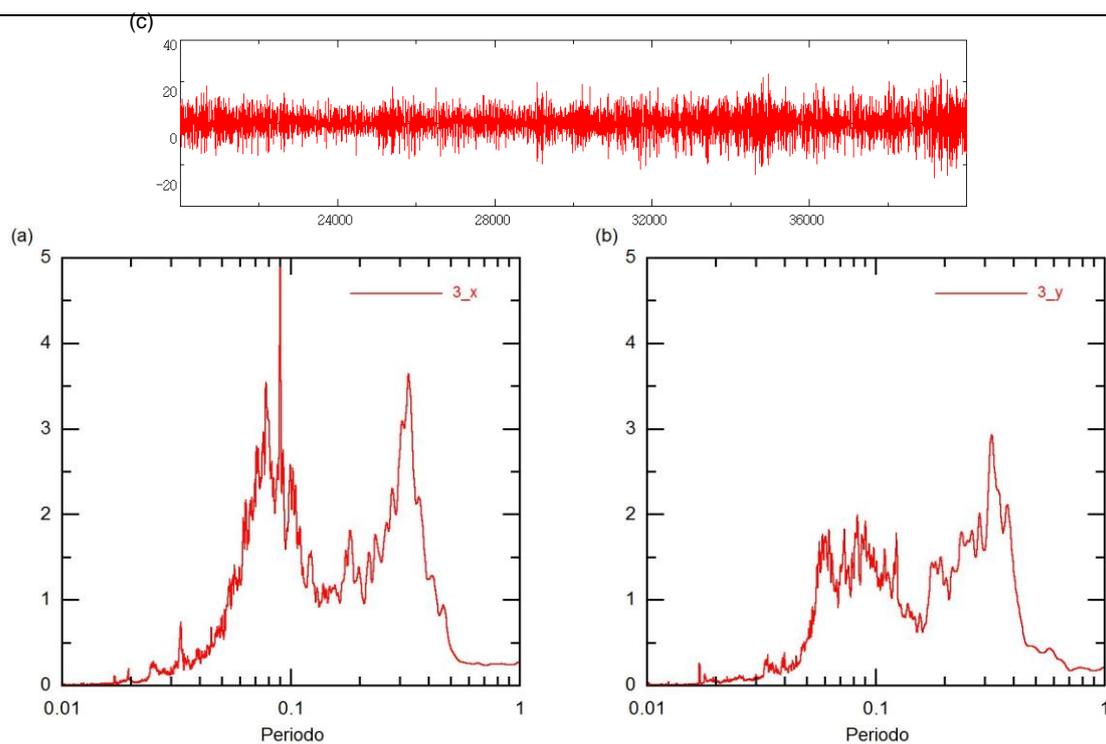


Figura AII-4. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03.

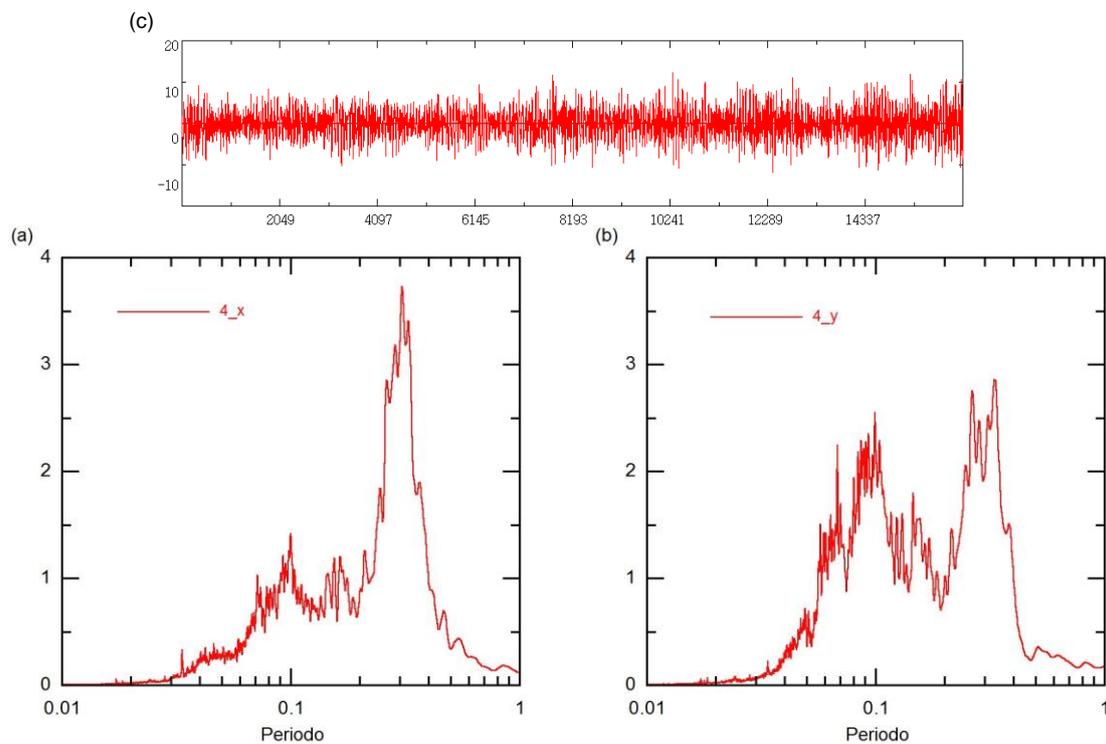


Figura AII-5. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 04.

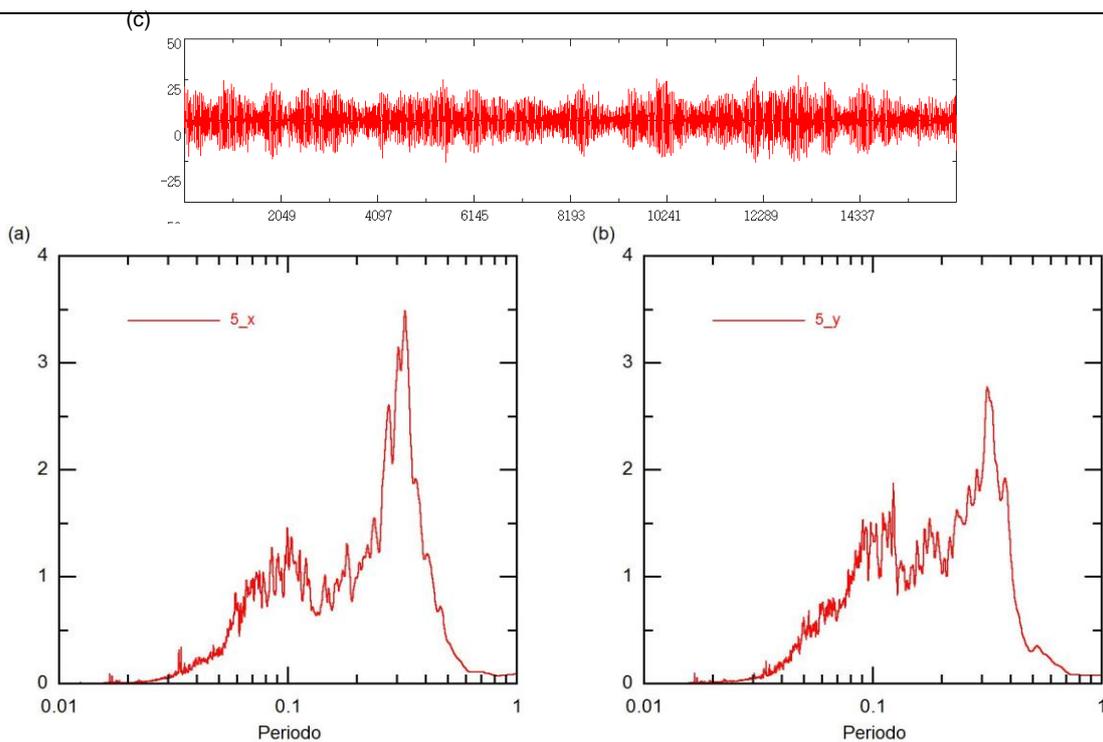


Figura AII-6. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 05.

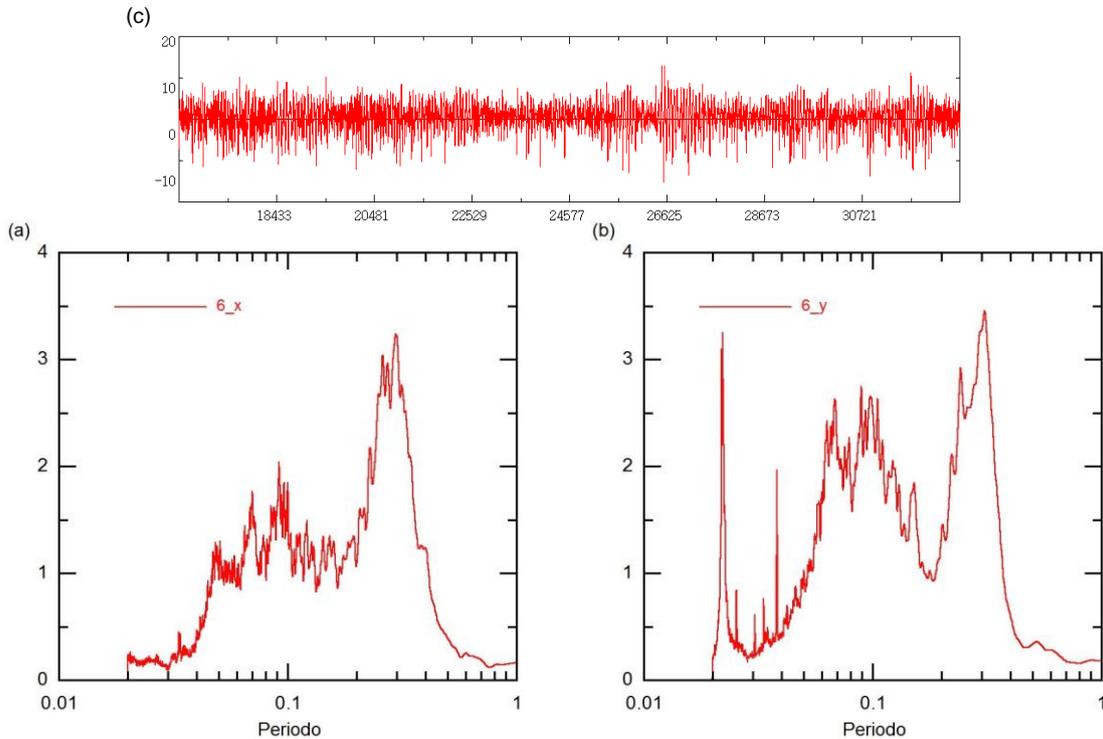


Figura AII-7. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 06.

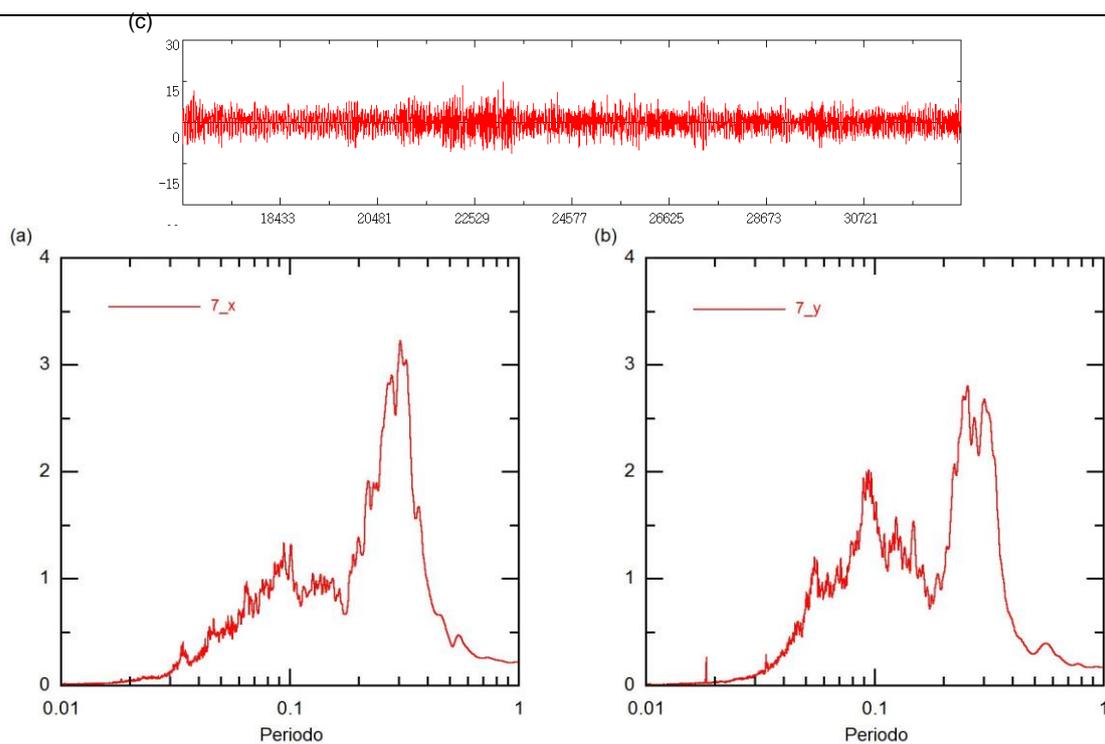


Figura AII-8. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 07.

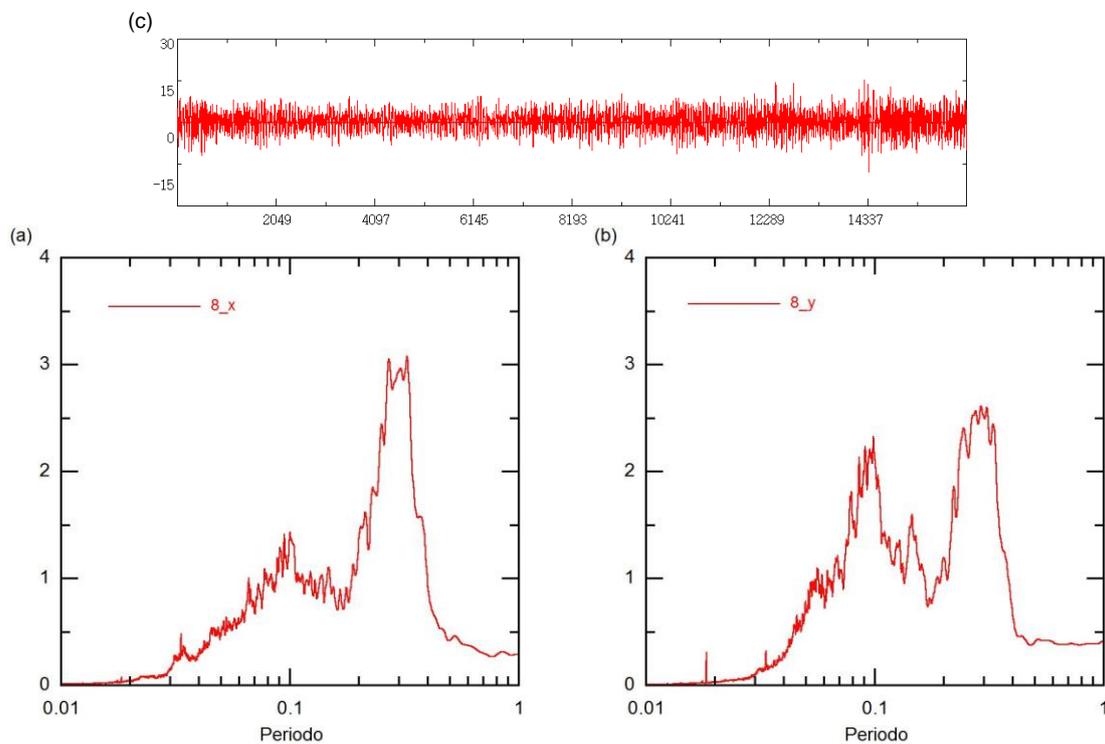


Figura AII-9. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 08.

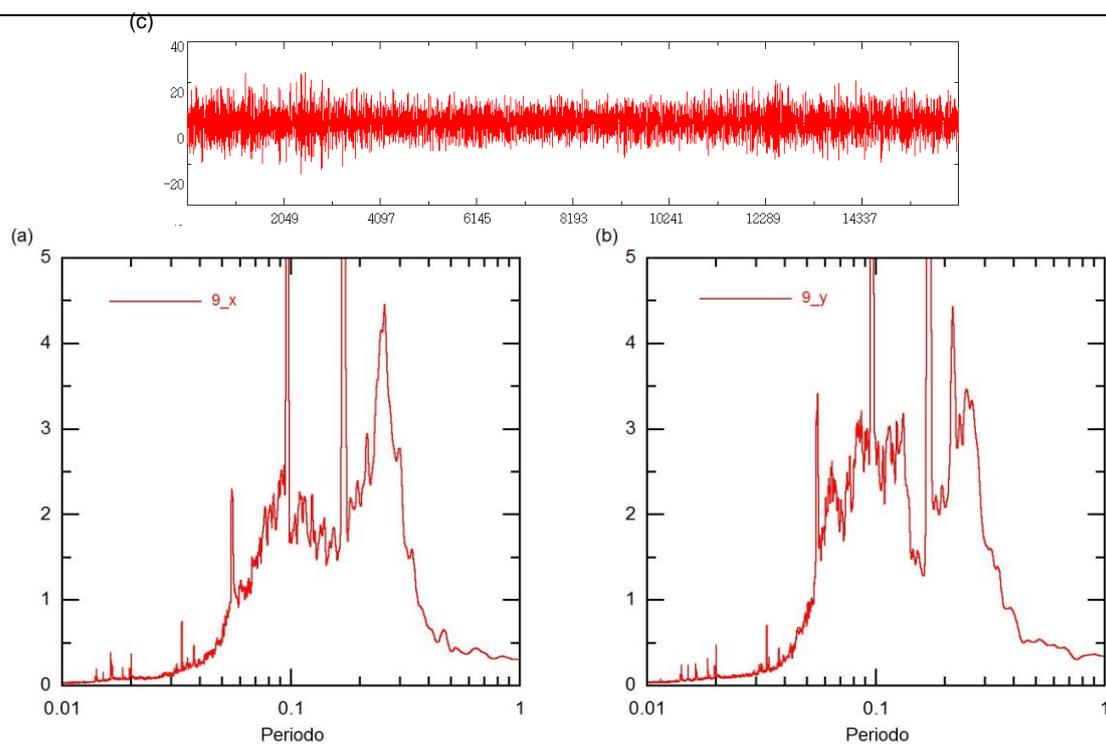


Figura AII-10. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 09.

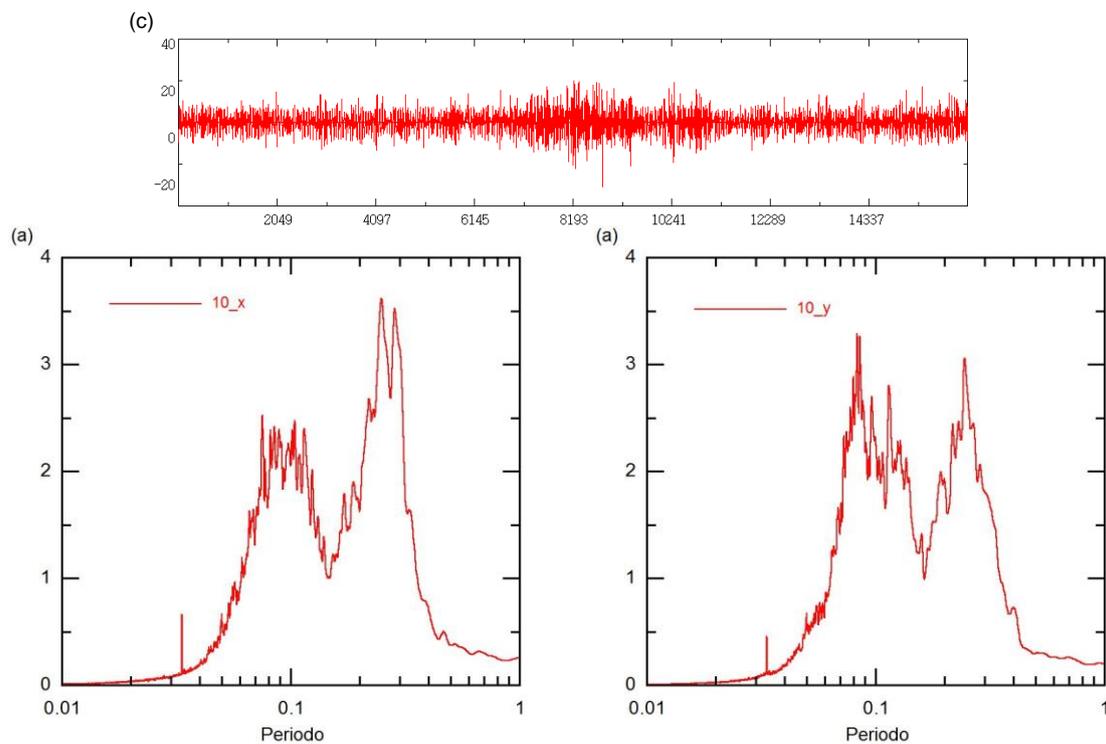


Figura AII-11. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 10.

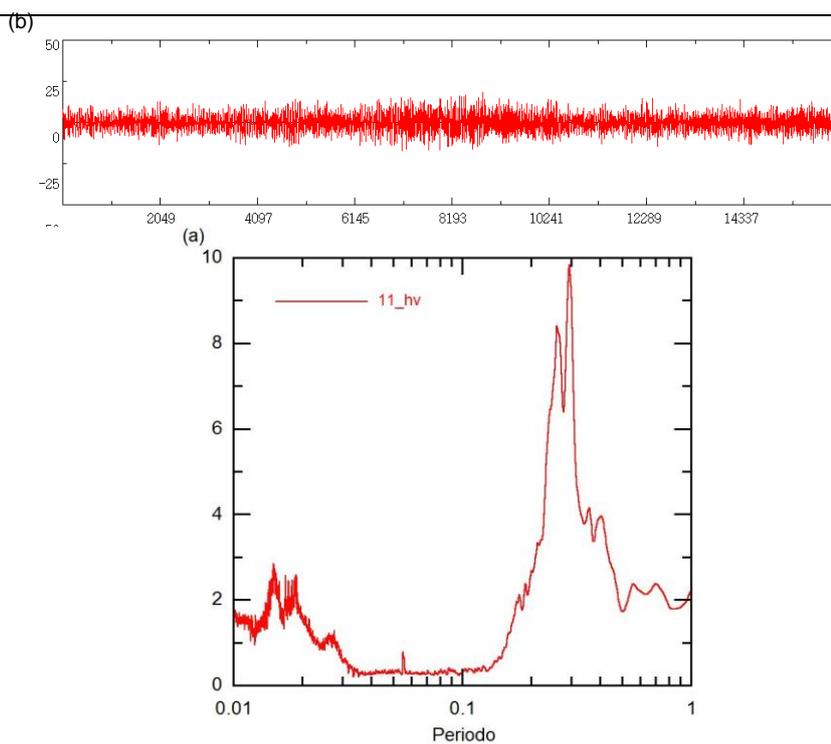


Figura AII-12. Espectro H/V (a) del registro de microtremores en suelo (b) en el punto de medición 11.

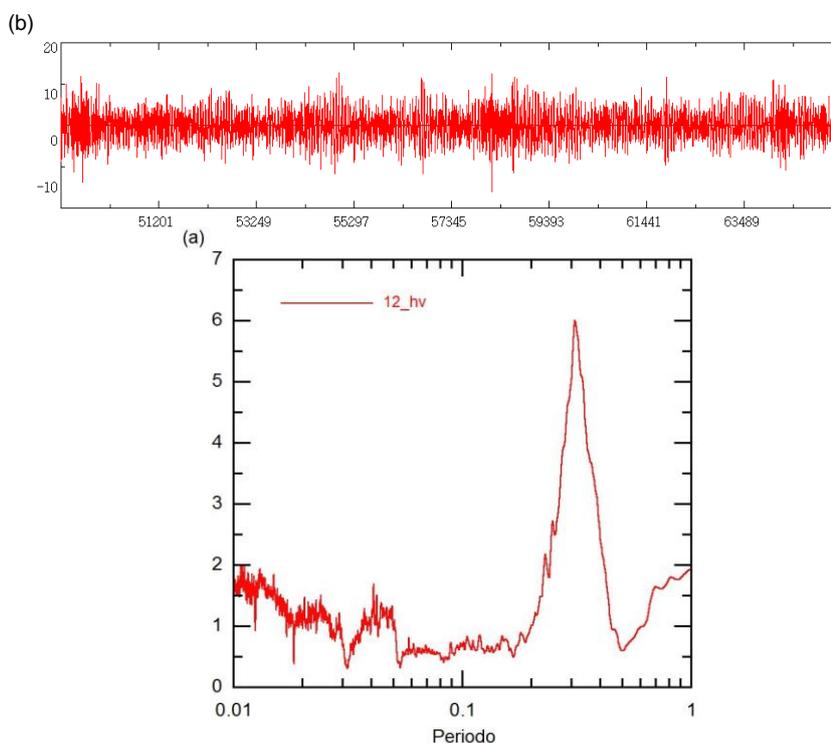


Figura AII-13. Espectro H/V (a) del registro de microtremores en suelo (b) en el punto de medición 12.



ANEXO III ESTUDIO GEOTÉCNICO