

# ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL HOSPITAL SANTA ROSA

## INFORME TÉCNICO FINAL



### INTEGRANTES DEL EQUIPO EVALUADOR:

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

**DICIEMBRE - 2013**



PERÚ

Ministerio  
de Salud

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



## RESUMEN EJECUTIVO

Dentro del análisis de Vulnerabilidad no Estructural que se realiza a Hospital Santa Rosa, 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 Santa Rosa se encuentra ubicado en la Av. Bolívar esquina con la Av. Sucre, cuenta con acceso rápido al establecimiento, aunque existe congestión de tránsito en horas punta.

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 Santa Rosa.

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



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 SANTA ROSA



convenio marco con fecha 2 de Septiembre de 2013, el Ministerio de Salud y la Universidad Nacional de Ingeniería, firman el Convenio Específico No.025-2013/MINSA, con la finalidad de que la UNI, a través del Centro Peruano-Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) de la Facultad de Ingeniería de Civil, desarrolle los Estudios de Vulnerabilidad Sísmica: Estructural, No Estructural y Funcional en catorce establecimientos de salud de la Provincia de Lima.

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

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

El estudio de vulnerabilidad funcional del Hospital Santa Rosa, 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 de riesgo de desastre 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 y de personal ad hoc.
- b. Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.  
Las instalaciones están sobreocupadas, se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación aunque hay un protocolo definido para el personal; no dispone de zonas seguras de expansión para caso de desastre. Su vulnerabilidad es alta. Se recomienda evaluar y

solucionar actuales limitaciones como estrechez de local, dificultades para la evacuación, falta de áreas de expansión para caso de desastre, número insuficiente de profesionales, y preparación permanente de su personal en este tema en base a tarjetas de acción y metas programadas y comprobadas.

c. Planes de contingencia para atención médica de desastres.

Aunque están mencionadas en el plan general de respuesta a desastres no están consignadas 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 sobreocupada, el espacio sería insuficiente para afrontar una situación de desastre. Su vulnerabilidad es alta por ser un hospital de referencia de un gran sector poblacional de la capital e incluso de ciudades vecinas. Se recomienda ampliar actuales espacios para Emergencia, reforzar el triaje y disponer de varios equipos para caso de desastre, potenciar los mecanismos de referencia a otros hospitales de alta complejidad.

f. Otros servicios críticos del hospital.

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

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.



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 SANTA ROSA



## CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO .....	2
CONTENIDO.....	6
1. ANTECEDENTES .....	10
2. OBJETIVO .....	10
3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL.....	10
4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL SANTA ROSA.....	20
4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad .....	20
4.1.1. Identificación de elementos estructurales que influyen en la vulnerabilidad.....	20
4.1.2. Identificación de elementos no estructurales que influyen en la vulnerabilidad.....	21
4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad.....	29
4.1.4. Identificación de líneas vitales que influyen en la vulnerabilidad ..	42
4.2. Medición de la Vibración ambiental en los edificios del hospital .....	45
4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental.....	46
4.2.2. Equipos e Instrumentación .....	47
4.2.3. Resultados de las Mediciones .....	47
4.2.4. Conclusiones .....	49
4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital.....	50
4.3.1. Generalidades .....	50
4.3.2. Objetivo del Estudio.....	50
4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad .....	50
4.3.4. Investigación de campo .....	51
4.3.5. Ensayos de Laboratorio.....	52
4.3.6. Perfil Estratigráfico.....	53
4.3.7. Análisis de la Cimentación.....	55
4.3.8. Conclusiones .....	60
4.4. Evaluación Experimental de Materiales del Hospital en zonas críticas	61
4.4.1. Extracción de Muestras de Varillas de Acero .....	61



4.4.1.	Resistencia del Acero de Refuerzo.....	61
4.4.2.	Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido .....	62
4.4.3.	Resistencia del Concreto.....	62
4.4.4.	Extracción de Muestras de Mampostería y/o Adobe .....	63
4.4.5.	Resistencia de la Mampostería y/o Adobe .....	63
5.	DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL.....	72
5.1.	Modelos Matemáticos .....	72
5.2.	Demandas de Carga .....	79
5.3.	Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo	80
5.4.	Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido .....	115
5.5.	Determinación de la Resistencia de la Estructura.....	124
5.6.	Análisis de la respuesta sísmica considerando un criterio de protección del contenido del establecimiento de salud .....	133
6.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES .....	135
6.1.	Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica.....	135
6.2.	Elementos no estructurales vulnerables.....	136
6.2.1.	Accesibilidad para personas discapacitadas .....	142
6.2.2.	Equipamiento no médico.....	142
6.2.3.	Equipamiento médico .....	146
6.2.4.	Elementos suspendidos.....	146
6.3.	Recomendaciones para mejora de los elementos no estructurales ..	147
7.	LÍNEAS VITALES EXPUESTAS A LA DEMANDA SÍSMICA .....	151
7.1.	Vulnerabilidades encontradas en las Líneas Vitales asumiendo un escenario de sismo severo .....	151
7.1.1.	Instalaciones Sanitarias .....	151
7.1.2.	Instalaciones Eléctricas .....	156
7.1.3.	Instalaciones Mecánicas.....	157
7.1.4.	Instalaciones Electromecánicas.....	158
7.1.5.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación.....	158
7.1.6.	Instalaciones Especiales .....	159



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 SANTA ROSA



7.2.	Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales.....	159
7.2.1.	Instalaciones Sanitarias .....	159
7.2.2.	Instalaciones Eléctricas .....	159
7.2.3.	Instalaciones Mecánicas.....	160
7.2.4.	Instalaciones Electromecánicas.....	160
7.2.5.	Instalaciones Especiales .....	160
7.2.6.	Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación.....	160
8.	VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL .....	160
8.1.	Contexto del problema .....	160
8.2.	Análisis Situacional del Hospital.....	163
8.3.	Estudio de la Vulnerabilidad Funcional de las Áreas Críticas del Hospital, 2013.....	165
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD A CORTO PLAZO .....	167
9.1.	Componente Estructural.....	167
9.2.	Componente No estructural .....	167
9.2.1.	Accesibilidad para las personas discapacitadas.....	169
9.2.2.	Influencia del Entorno .....	169
9.2.3.	Equipamiento no médico .....	170
9.2.4.	Equipamiento Médico .....	173
9.2.5.	Equipo de radiología - Tratamiento de imágenes .....	173
9.2.6.	Quirófanos – UCI.....	174
9.2.7.	Emergencia / Reanimación.....	174
9.2.8.	Equipamiento de laboratorio de análisis clínico .....	174
9.2.9.	Esterilización.....	174
9.2.10.	Equipos Conectados .....	174
9.2.11.	Equipos Rodantes .....	175
9.2.12.	Equipos Fijos.....	175
9.2.13.	Elementos Suspendidos.....	176
9.3.	Componente Funcional .....	178
9.3.1.	Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria .....	178





9.3.2. Capacidad de recuperación alternativa del funcionamiento de áreas críticas del hospital post terremoto.....	185
9.3.3. Mecanismos comprobados con la red de servicios para asegurar un proceso de referencia masiva fiable post terremoto destructivo .....	187
9.3.4. Comentario Final .....	188
9.4. Componente de Líneas Vitales .....	191
9.4.1. Instalaciones Sanitarias .....	191
9.4.2. Instalaciones Eléctricas .....	191
9.4.3. Instalaciones Mecánicas.....	192
9.4.4. Instalaciones Electromagnéticas .....	192
9.4.5. Instalaciones Especiales .....	192
9.4.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación.....	192
10. AVANCE PRELIMINAR DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ESTRUCTURAL PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD	193
10.1.1. Documentación Técnica.....	193
10.1.2. Costo de la Propuesta Solución a la Problemática.....	193
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	195
ANEXO I.....	196
ANEXO II.....	199
ANEXO III.....	206
ANEXO IV .....	213



## 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 SANTA ROSA

#### 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 Santa Rosa.

#### 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 del Hospital Santa Rosa.

#### 3. INFORMACIÓN GENERAL DEL HOSPITAL

El Hospital Santa Rosa fue inaugurada el 26 de Julio de 1956 con la denominación Central de Asistencia Social Santa Rosa de Lima, encontrándose ubicado en la octava cuadra de la Avenida Bolívar esquina con la Avenida Sucre del distrito de Pueblo Libre, durante el gobierno de la Junta Militar que presidía el Gral. Don Manuel A. Odría. Inicialmente, la administración y organización estuvo a cargo del Comité de Damas presidido por la esposa del Presidente de la Republica, Sra. María Delgado de Odría. En el año 1964 se inicia la evolución del hospital, ya que este se amplía con la inauguración del monoblock, transformándose en Hospital Materno Infantil Santa Rosa, e iniciando el proceso de la atención



intrahospitalaria de los partos progresivamente, proceso que culmina en 1968, fecha que se integran los centros de salud de Lince, San Isidro, Magdalena y San Miguel, constituyéndose el área Hospitalaria No.5 con base en el Hospital Santa Rosa.

En 1996 recibe la denominación de Hospital de Apoyo Santa Rosa y en 1999 a los servicios existentes de, Medicina Pediátrica, Cirugía Pediátrica, Medicina General, Cirugía General y especialidades de Neonatología, Ginecología y Obstetricia se agrega la Unidad de Cuidados Intensivos. En el año 2003 se inaugura el Departamento de Oncología y la Unidad de Cuidados Intensivos Intermedios en el Dpto. de Medicina.

En el año 2005 mediante Resolución Directoral N° 614/2005, recibe la categorización como hospital categoría III-1 del tercer nivel de atención. Actualmente cuenta.

El Hospital Santa Rosa se encuentra ubicado en la Av. Bolívar Cuadra 8 s/n, en el Distrito de Pueblo Libre, Provincia de Lima y Región de Lima, ocupando un área de terreno de 7,344.35 m<sup>2</sup> teniendo como linderos: la Av. Bolívar (Norte), Jr. Moreyra y Riglos (Este), Av. San Martín (Oeste) y con el Instituto Nacional de Bienestar Familiar – INABIF (Sur). Actualmente cuenta con 209 camas hábiles distribuidas en los servicios y además la emergencia cuenta con 19 camas para reposo y observación totalizando 228 camas.

**3.1. Nombre del establecimiento: Hospital Santa Rosa**

**3.2. Dirección:** Av. Bolívar s/n cuadra 8. Pueblo Libre, Lima – Perú

**3.3. Teléfono:** Central telefónica (511) 6158200, Anexo 502, 503

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

**3.5. Número total de camas:** 196 (RD del 2012)

**3.6. Índice de ocupación de camas en situaciones normales:** 80%

**3.7. Descripción del establecimiento:**

**Aspectos Generales:**

Establecimiento de salud del Ministerio de Salud, catalogado en Nivel III-1, pertenece a la Dirección de Salud (DISA) V, Lima Ciudad. El actual



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 SANTA ROSA



Hospital Santa Rosa fue inaugurado como Centro Asistencial el 26 de julio de 1956, es decir la infraestructura del Hospital tiene una antigüedad de 56 años, su funcionamiento se inició con el nombre de “Central de Asistencia Social Santa Rosa de Lima”, durante el gobierno de la Junta Militar que presidía el Gral. Manuel A. Odría, en esa época la administración y organización estaba a cargo de un Comité de Damas presidido por la esposa del Presidente de la República.

Como centro asistencial, su principal objetivo fue el de atender a familias de modesta condición económica de Lima, principalmente aquellas que vivían en las zonas marginales (denominadas en esa época como “barriadas”).

El año 1962 se inició la construcción del monoblock cuya inauguración fue el año 1964. El año 1996 recibe el nombre de “Hospital de Apoyo Santa Rosa” comportándose como un Hospital General agregándose la Unidad de Cuidados Intensivos el año de 1999. El año 2003 se inauguró la Unidad de Oncología y dentro del Servicio de Medicina General la Unidad de Cuidados Intermedios. Recientemente se concluyó con la remodelación del Servicio de Emergencia.

Actualmente tiene un local anexo ubicado en la calle Moreyra y Riglos N° 128, en Pueblo Libre, donde funcionan el Departamento de Psicología, el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación y la Estrategia Nacional de Control y Prevención de la Tuberculosis.

El distrito de Pueblo Libre se encuentra alejado del litoral, a unos 90 msnm por consiguiente no tiene riesgo de tsunami.

### **Tipo de estructura:**

El Hospital Santa Rosa ha sido edificado sobre un área de 7,324.32 m<sup>2</sup>, terreno de propiedad del INABIF, en condición legal de sesión de uso. La infraestructura física es una continuación de esta institución, delimitada con ésta solo por una división estructural provisional.

El local anexo tiene un área de terreno de 520 m<sup>2</sup> y un área construida de 474 m<sup>2</sup> en dos niveles (380 m<sup>2</sup> corresponden al primer piso y 94 m<sup>2</sup> corresponden al segundo piso).

El Hospital cuenta con cinco puertas de acceso, cuatro en la Av. Bolívar y una en la Av. San Martín.



- Puertas 1 y 2, ubicadas en la Av. Bolívar, permiten acceso al estacionamiento.
- Puerta 3, ubicada en la Av. Bolívar, es el acceso principal de los pacientes que acuden a Consultorios Externos, Laboratorio y Farmacia.
- Puerta 4, ubicada en la Av. Bolívar, permite el ingreso del personal, ingreso de las visitas y de la ambulancia.
- Puerta 5, ubicada en la Av. San Martín, permite el ingreso al Servicio de Emergencia.

Estas puertas siempre permanecen cerradas y con vigilancia particular, lo que compromete eventualmente la evacuación.

**Área de influencia:** Por ser un *Hospital de Referencia*, no solo atiende a la población de Pueblo Libre, sino también a la de los distritos aledaños: Magdalena, San Miguel, Jesús María, San Isidro, Lince y Miraflores.

Según el último Censo XI de Población y VI de Vivienda del año 2007, realizado por el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática), los distritos de su área de influencia una población de: Pueblo Libre 74,164 habitantes, Magdalena 57,547 habitantes, San Miguel 119,351 habitantes, Jesús María 96,768 habitantes, San Isidro 71,135 habitantes, Lince 77,659 habitantes y Miraflores 120,495 habitantes.

**Cobertura de población:**

Aproximadamente 617,119 habitantes.

**Horario de atención:** Consultorios Externos en turnos de mañana y tarde, Servicio de Emergencia y hospitalización es de 24 horas.

**Personal:**

El total de personal del Hospital Santa Rosa, según la nómina de trabajadores actualizada a marzo del 2013 es de 1369 personas.

<b>NOMINA DE PERSONAL A MARZO DEL 2013</b>	
Personal Médico Nombrado	146
Personal Nombrado No Médico	911
Personal CAS No Médico	254
Personal CAS Médico	40
Residentes	18
<b>TOTAL</b>	<b>1369</b>



PERÚ

Ministerio  
de SaludESTUDIOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA: ESTRUCTURAL,  
NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL EN CATORCE (14)  
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA PROVINCIA DE LIMA  
HOSPITAL SANTA ROSAFUENTE: Página web del Hospital Santa Rosa  
[http://www.hsr.gob.pe/transparencia/pdf/2013/personal/nomina\\_personal\\_03\\_2013.pdf](http://www.hsr.gob.pe/transparencia/pdf/2013/personal/nomina_personal_03_2013.pdf)

<b>MEDICINA</b>	Medicina General	
	Especialidades Médicas	Endocrinología Gastroenterología Cardiología Neurología Neumología Nefrología Dermatología Reumatología Psiquiatría Geriatría Infectología
	Medicina Física y Rehabilitación	
<b>GINECOOBSTETRICIA</b>	Obstetricia Medicina Materno Fetal Ginecología Infertilidad	
<b>PEDIATRÍA</b>	Neonatología	Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales
	Medicina Pediátrica	Medicina Pediátrica Control Del Niño Sano Atención Integral del Adolescente
	Cirugía Pediátrica	
<b>CIRUGÍA</b>	Cirugía General	
	Traumatología	
	Especialidades Quirúrgicas	Urología Otorrinolaringología Oftalmología
<b>ONCOLOGÍA</b>	Medicina Oncológica Medicina Nuclear y Radioterapia	
	Cirugía Oncológica de Cabeza y Cuello Cirugía Oncológica de Senos Huesos y Tumores Mixtos	
	Cirugía Oncológica Urológica Cirugía Plástica y Reconstructiva Oncológica	
	Cirugía Oncológica de Abdomen Cirugía Oncológica Ginecológica	
	Emergencias y Cuidados	
<b>EMERGENCIAS</b>	Emergencias y Cuidados	



PERÚ

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

	Críticos
<b>ANESTESIOLOGÍA Y CENTRO QUIRÚRGICO</b>	Centro Quirúrgico Recuperación Atención Ambulatoria
<b>PATOLOGÍA CLÍNICA Y ANATOMÍA PATOLÓGICA</b>	Patología Clínica y Laboratorio Anatomía Patológica Banco de Sangre
<b>ODONTOLOGÍA</b>	Odontoestomatología
<b>NUTRICIÓN Y DIETA</b>	Nutrición Clínica Nutrición Ambulatoria y Vigilancia Nutricional
<b>SERVICIO SOCIAL</b>	
<b>FARMACIA</b>	
<b>DIAGNOSTICO POR IMÁGENES</b>	Radiología Ecografía Mamografía

Fuente: Plan Operativo Anual Hospital Santa Rosa 2012

[\(http://encribd.net/read-file/plan-operativo-anual-poa-2012-hospital-santa-rosa-pdf-2601440/\)](http://encribd.net/read-file/plan-operativo-anual-poa-2012-hospital-santa-rosa-pdf-2601440/)

### 3.8. Distribución física:

El Hospital Santa Rosa en la actualidad cuenta con un local principal y un local anexo.

#### Local Principal:

Av. Bolívar s/n cuadra 8 (Esquina entre Av. Bolívar y Av. San Martín)

Área terreno 13,220.20 m<sup>2</sup>

(<http://www.hsr.gob.pe/transparencia/pdf/planEstrategicoHSR2002-2006.pdf>)

Área construida: 7,324.32 m<sup>2</sup>

([http://www.hsr.gob.pe/transparencia/pdf/2012/poa\\_hsr\\_2012.pdf](http://www.hsr.gob.pe/transparencia/pdf/2012/poa_hsr_2012.pdf))

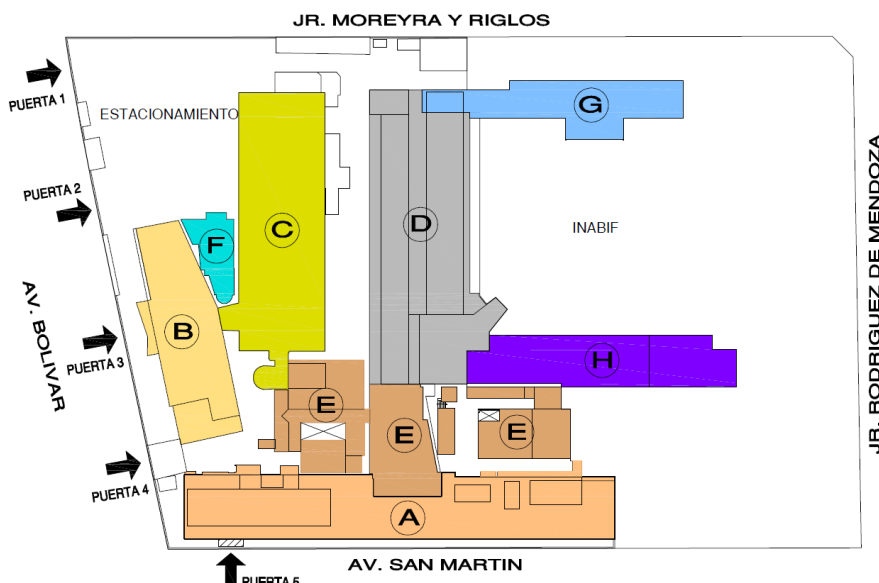
#### Local Secundario:

Calle Moreyra y Riglos N° 128

Área de terreno: 520 m<sup>2</sup>

Área construida: 474 m<sup>2</sup> en dos niveles (380 m<sup>2</sup> corresponden al primer piso y 94 m<sup>2</sup> corresponden al segundo piso).

**Distribución:** El Hospital Santa Rosa se distribuye en los siguientes pabellones:



**Figura 1.** Esquema del Hospital Santa Rosa  
Fuente: Informe del Plan Maestro 2013 del HSR

<b>PABELLÓN A</b>	1° Piso, Emergencias y Sala de Operaciones 2° Piso, UCI y Pediatría 3° Piso, Referidos Neonatología y Ginecología 4° Piso, Procedimientos Especiales, Hemodiálisis y Obstetricia 5° Piso, Neonatología, UCIM, Sala de Partos y Sala de Operaciones
<b>PABELLÓN B</b>	Informes, Admisión, Caja, Consultorios Externos y Diagnóstico por Imágenes
<b>PABELLÓN C</b>	1° Piso, Consultorios Externos, Laboratorio (toma de muestras) 2° Piso, Consultorios Externos, Estadística, Banco de Sangre y Laboratorio
<b>PABELLÓN D</b>	1° Piso, Comedor, Archivo, Jefatura de Enfermería, Unidad de Epidemiología Voluntariado y Cuna 2° Piso, Hospitalización, Medicina-UCIM y Cirugía General, Cómputo Central Telefónica y Cuerpo Médico Sótano, Cocina Central y Lavandería
<b>ZONA E</b>	1° Piso, Aula Santa Rosa, Oficinas Administrativas
<b>PABELLÓN F</b>	1° Piso, SIS, Servicio Social 2° Piso, Cafetería Sótano, Aula Nivel Dávila
<b>PABELLÓN G</b>	1° Piso, INABIF 2° Piso, Oficinas Administrativas
<b>PABELLÓN H</b>	1° Piso, INABIF 2° Piso, Oncología 3° Piso, Dirección, Auditorio, Oficinas Administrativas

Fuente: Plan Estratégico Institucional del Hospital Santa Rosa 2012-2016  
[http://www.hsr.gob.pe/transparencia/pdf/2012/pei\\_2012\\_2016\\_hsr.pdf](http://www.hsr.gob.pe/transparencia/pdf/2012/pei_2012_2016_hsr.pdf)



Los pabellones E y F tienen menos de 30 años de construcción; el resto de pabellones tienen antigüedad mayor a 50 años.

### 3.9. Capacidad hospitalaria (1):

#### a. Medicina

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Medicina general	22		No tiene capacidad de expansión
Pediatría	15		No tiene capacidad de expansión
Oncología	18		No tiene capacidad de expansión
<b>Total</b>	<b>55</b>	<b>0</b>	

#### b. Cirugía

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía general	27		No tiene capacidad de expansión
Obstetricia y ginecología	68		No tiene capacidad de expansión
Cirugía pediátrica	15		No tiene capacidad de expansión
<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>0</b>	

#### c. Emergencia

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Gineco-Obstetricia	02		Pueden ampliar a 10 camas de observación en el área que corresponde al "Patio de la Amistad"
Sala de Observación			
- Adulto	12		
- Aislados	01	10	
- Pediatría	04		
Trauma Shock	01		
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	

#### d. Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cuidados intensivos general	05	0	No tiene capacidad de expansión
Cuidados intermedios general	05	0	No tiene capacidad de expansión
UCI Neonatal	08	0	No tiene capacidad de expansión
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	

NOTA: En caso de colapso de Emergencia por demanda existe la posibilidad de habilitar 10 camas en el llamado "Patio de la Amistad"

**e. Quirófanos**

Departamento o servicio	Número de camas	Capacidad adicional	Observaciones
Cirugía séptica	02		
Cirugía aséptica	01		
Cirugía gineco-obstétrica	01		
Cirugía de urgencias	02		
Recuperación	05		
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	No tiene capacidad de expansión

Se tienen disponibles 89 cajas quirúrgicas, distribuidas en: Cirugía General, Cirugía Pediátrica y especialidades de Gineco-Obstetricia y Oncología.

El Banco de Sangre es considerado como un Centro de Hemoterapia Tipo II. Tiene capacidad para almacenar sangre, pero su disponibilidad es cambiante debido a su utilización y rotación, pueden recibir la sangre de los donantes que usualmente son los familiares de los pacientes que serán sometidos a cirugía. En el momento de una de las visitas se contaba con 21 unidades de sangre (una de A+ y 20 de O+, además de 45 unidades de plasma fresco y 10 de plasma residual)

En caso de desastre la cantidad de sangre almacenada sería insuficiente.

**10. Ambientes susceptibles de aumentar la capacidad operativa**

Ambiente	Área m <sup>2</sup>	Uso	Agua		Luz		Teléfono		Observaciones (capacidad)
			Si	No	Si	No	Si	No	
“Patio de la Amistad”	Área total de 160 m <sup>2</sup> Área útil de 120 m <sup>2</sup>	Hall de circulación y espera	X		X		X		Pueden ampliar a 10 camas de observación (pacientes “verdes”, alta precoz)
Área fuera del Hospital, de tráfico de vehículos por la Av. San Martín	800 m <sup>2</sup> aproximadamente	Actualmente es una vía vehicular para tráfico pesado, regulado por semáforo		X		X		X	No se cuenta con material ni equipo para abastecer esta zona, no hay grupo electrógeno ni carpas. No hay señalización para áreas específicas

Nota: El personal de Emergencia comunica que existe “coordinación” con la policía, PNP, a fin de cerrar el tráfico en dicha área al suceder un desastre.



Foto 1. Patio de la Amistad



Foto 2. Av. San Martín

### 3.11. Datos adicionales:

Debido a lo angosto de los pasillos y las escaleras, sería imposible bajar las camas de hospitalización sin desarmarlas a fin de abastecer las áreas de expansión.

Por otro lado, la calle siempre está congestionada y el tráfico se regula por semáforo. No hay cerca ningún efectivo policial. Se puede verificar el hecho con las fotos.



Foto 3. Frontis de Emergencia: una ambulancia ha ingresado contra el tráfico debido a la congestión vehicular.

## 4. TRABAJOS DE CAMPO DEL HOSPITAL SANTA ROSA

### 4.1. Identificación de los elementos que influyen en la vulnerabilidad

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

El Hospital Santa Rosa cuenta con diversas áreas y edificaciones de las cuales se han seleccionado ocho (8) edificios que albergan a las áreas críticas, que representan las zonas de intervención de este estudio.

El monoblock A está compuesto de dos edificios A-1 y A-2, ambos edificios poseen columnas cortas con muros de mampostería colindantes a las columnas que generan el efecto de concentración de esfuerzos en estos elementos, hecho que los hace vulnerables.

El pabellón B es una estructura aporricada bien distribuida con muros de albañilería en ambas direcciones que exhiben una densidad alta. No hay signos de vulnerabilidad en este edificio.

Los pabellones C y D han sufrido diversas modificaciones a lo largo de su vida útil eliminándose muros que han ocasionado agrietamientos en vigas, en especial en el edificio C (Hall).

El pabellón E es un edificación cuyo primer piso podría considerar piso blando, hecho que lo hace vulnerable.

El pabellón F es una edificación reciente con tabiquería dentro de los vanos formados por los pórticos de concreto armado, hecho que los hace vulnerables.

El pabellón H es una edificación con tabiquería dentro de los vanos formados por los pórticos de concreto armado; a esto se suma la presencia de columnas cortas en un eje; hecho que lo hace vulnerable.

#### 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.

<b>UPSS ATENCIÓN DIRECTA</b>	<b>UPSS ATENCIÓN DE SOPORTE</b>
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:

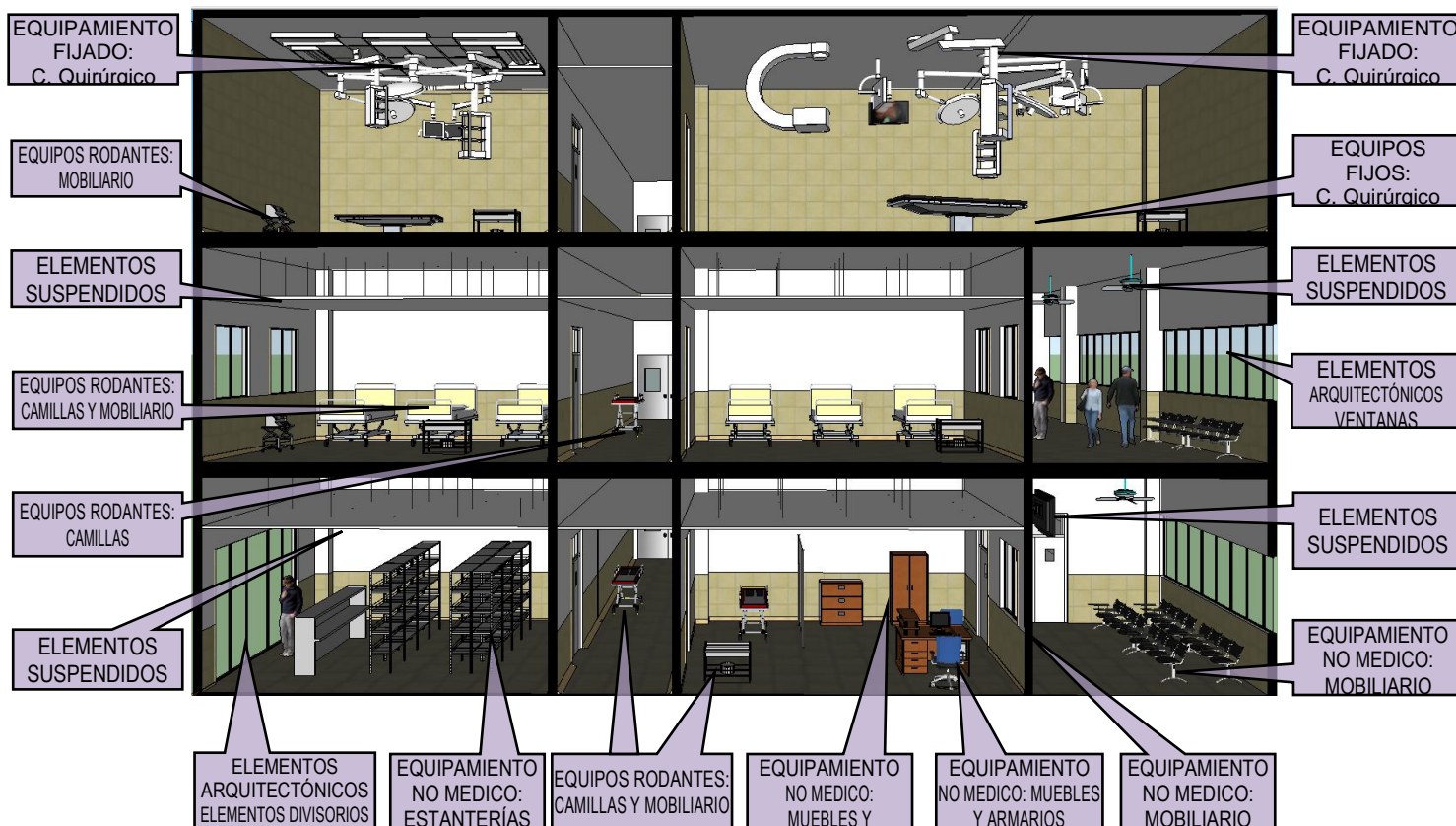
#### ARQUITECTÓNICOS

- 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

## 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.

Analizaremos algo más detenidamente, cada uno de estos elementos:

### 1. Tabiques o divisiones interiores con vidrios crudos

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





**Figura 2.** Tabiques no asegurados adecuadamente, corren el riesgo de deformaciones o caídas ante eventos adversos.

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

## 2. Recubrimientos en fachadas

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



**Figura 3.** 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 4.** 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 5.** 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 6.** Desplazamiento de equipos que pueden ocasionar la inoperatividad de los mismos.



**Figura 7.** Caída y volcamientos de estanterías que no están adecuadamente sujetos.

## 7. Puertas y ventanas

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

## 8. Fijación de luminarias

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



**Figura 8.** Luminarias no sujetadas adecuadamente en techo ante movimientos sísmos, se caen e incrementan el peso del falso cielo raso provocando colapso de los sistemas.

## 9. Pavimentos,

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

### 4.1.3. Identificación de elementos funcionales que influyen en la vulnerabilidad

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

El hospital está ubicado en el distrito de Pueblo Libre, en área urbana consolidada, con densidad poblacional media.

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
  - Inundaciones lentas: no
  
- Urbanos:
  - Seguridad de vivienda para sismos: Un sismo de gran magnitud en Lima se manifestaría produciendo unos 160 mil heridos, 8.7% de la población [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](http://www.indeci.gob.pe/plan_a_sismo/d_esc_sis_lima.pdf), acceso 12abril2012]
  - Incendios: se estima en nivel bajo
  - Inundaciones: estimado en bajo, por lluvias.
  
- Vialidad, transporte terrestre y accesos:
  - Estado y seguridad de vialidad: insuficiente, frecuente accidentalidad
  - Ocupación de vialidad: muy alta, incide en tránsito muy lento
  - Rutas con alta peligrosidad identificada: avenida Brasil
  - 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. RevPeruMedExp 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: no identificados
  - Transporte masivo: buses del servicio público
  
- Locales de aglomeración poblacional masiva:
  - Centros comerciales: varios,
  - Espectáculos públicos: Restaurantes centros deportivos, coliseos, discotecas
  
- Materiales peligrosos:
  - Refinerías y plantas de combustibles: no existentes en la zona
  - Industrias químicas o energéticas: no existen
  - Surtidores de combustibles: no cercanos al hospital
  
- 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 14oct. 2013]

- Desorden público: medio.
  - Homicidio: medio (supera 20x100 mil habitantes)
  - Seguridad pública (delincuencia): percepción de alta inseguridad (86.7% a nivel país, 84.9% en Lima)  
[Estadísticas sobre seguridad ciudadana. INEI. Lima, 2013.  
<http://cde.elcomercio.e3.pe/66/doc/0/0/5/7/6/576206.pdf>, Acceso 11octubre2013]
  - Violencia masiva (terrorismo): no reportado actualmente en la zona
  - Pobreza en el distrito: En Pueblo Libre predominan los sectores denominados Medio Típico y Medio Popular (88%).
- **Biológicos:**
    - Hídrico: riesgo de contaminación masiva del agua de la capital por deslaves tóxicos (Tamboraque, río Rímac)
    - Sanitario: aniegos frecuentes con aguas servidas
    - Alimentos: frecuente contaminación (intoxicación alimentaria masiva)
    - Epidemias: antecedente de cólera e influenza, dengue probable.

## B. Relaciones Funcionales de las Áreas Críticas Del Establecimiento

El ingreso al Servicio de Emergencia del Hospital Santa Rosa es por la Av. San Martín, pasando las instalaciones de INABIF, cuyas veredas han sido consideradas como áreas de expansión en caso de colapso estructural del Hospital, áreas que difícilmente podrán ser utilizadas por el alto tránsito que existe en esta avenida, además de la falta de acceso a energía eléctrica agua potable.



**Foto 4.** INABIF, propietario del terreno en que se encuentra el Hospital, laborando en “cesión de uso”



**Foto 5.** Área considerada como de expansión.

### EMERGENCIA:

Una vez que llegamos al Servicio de Emergencia, nos encontramos con unas rejas que controlan el paso del paciente y familiares, cuyo ingreso está controlado por personal de seguridad sin conocimiento de salud (esto constituye un primer filtro).



**Foto 6.** Ingreso a Emergencia, cerrado por una reja y controlado por personal de seguridad.

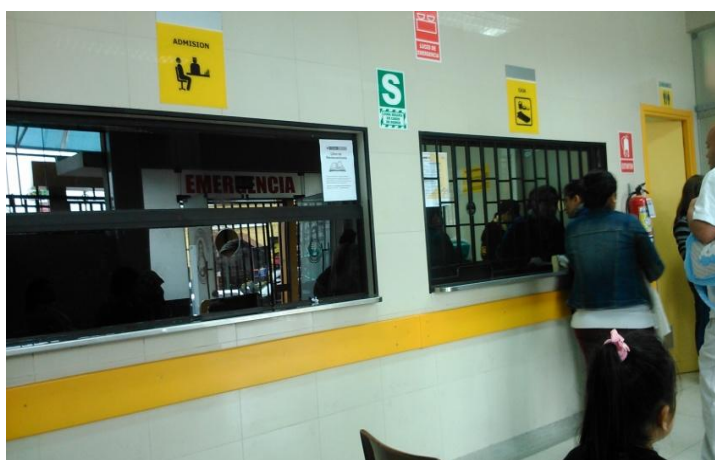


Una vez que se ingresa encontramos el área administrativa del Servicio de Emergencia, con ambiente renovado y bastante limpio, con una mampara de cristal templado que separa el espacio de la reja de entrada y espera externa y la espera interna (de pacientes), donde se ubica el ingreso a Emergencia propiamente. Esta mampara permanece abierta en el día pero cerrada por la noche. En esta área también se encuentra el consultorio de triaje, atendido por un médico, pero que funciona solo en el turno diurno.



**Foto 7.** Área administrativa del Servicio de Emergencia, donde se encuentra la Espera de pacientes y el Triage Médico

Acá podemos encontrar la Caja y el Servicio de Admisión de Emergencia, además de un baño personal para ser utilizado por personas de ambos sexos. Esta área es suficiente para la atención de pacientes en el día a día, pero colapsaría ante una demanda masiva de atención a víctimas.



**Foto 8.** En esta zona administrativa podemos también encontrar las oficinas de Admisión y Caja.

El ingreso al Servicio de Emergencia propiamente dicho implica flanquear una nueva mampara de vidrio, que permanece cerrada y está resguardada por personal de seguridad sin conocimientos de salud. Una vez dentro del Servicio de Emergencia y de acuerdo a lo dispuesto por el médico, el paciente es derivado a una de las áreas de atención que hay en Emergencia.



**Foto 9.** Pasillo que permite el ingreso a los diversos ambientes de Emergencia.

### **TÓPICOS Y SERVICIOS DE EMERGENCIA:**

Los servicios más utilizados son la Sala de Observación de Ginecología y Obstetricia.



**Foto 10.** Sala de Observación de Ginecología y Obstetricia



**Foto 11.** Sala de Observación Pediátrica. Al fondo, mampara de ingreso al Centro Quirúrgico.

#### **AISLAMIENTO:**

Encontramos además que tienen un ambiente exclusivamente para pacientes que requieren aislamiento, lo cual está de acuerdo a las normas del MINSA.



**Foto 12.** Sala de Aislamiento.

## CENTRO QUIRÚRGICO

Al final del pasillo, que constituye el pasaje obligado a todos los servicios, podemos encontrar el Centro Quirúrgico, donde se resuelven los problemas de cirugía mayor de los pacientes. Este servicio está atendido por Anestesiología y cuenta con dos salas de operaciones.



**Foto 13.** Vista hacia el ingreso al Centro Quirúrgico, que cuenta con dos salas de operaciones.

Dentro de las instalaciones de Emergencia se tiene una Unidad de Shock Trauma, la cual cuenta con material y equipo adecuado y puede atender la demanda diaria, pero ante una demanda masiva de víctimas la misma colapsaría.



**Foto 14.** Ingreso a la unidad de Shock Trauma.

Esta distribución horizontal es bastante eficaz para la atención diaria de pacientes, pero en casos de requerirse una evacuación rápida del servicio, con camillas y sillas de ruedas, no podría realizarse con fluidez debido a la estrechez del pasillo, donde únicamente se puede maniobrar una camilla, como puede apreciarse en la foto, donde se observa una camilla como referencia.



**Foto 15.** Pasillo totalmente estrecho para maniobrar ante una demanda masiva de víctimas.

### HOSPITALIZACIÓN

Si el paciente debe de ser hospitalizado, se hace mediante los ascensores que son utilizados indistintamente por el personal de limpieza, pacientes, y para el transporte de material y residuo sólidos.



**Foto 16.** Ascensores del Servicio de Emergencias, utilizados indistintamente por todo tipo de usuarios.

Lamentablemente si los ascensores no funcionaran, la movilización de pacientes es prácticamente imposible debido a lo estrecho de las escaleras.



Foto 17. Escaleras estrechas.

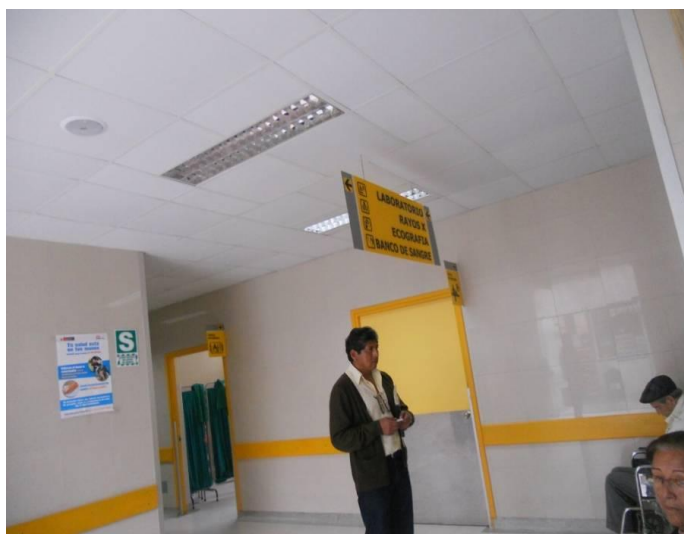
#### **CUIDADOS INTENSIVOS:**

La Unidad de Cuidados Intensivos se encuentra en el segundo piso y su accesibilidad es rápida por el ascensor, pero se enfrenta al mismo problema de todo el Hospital cuando el ascensor deja de funcionar.

Actualmente se están realizando algunos arreglos en esta unidad, por lo que se ha trasladado a uno de los ambientes de Emergencia. Su capacidad resolutive es adecuada ante la demanda diaria, pero colapsaría si existe demanda masiva de atención de víctimas.

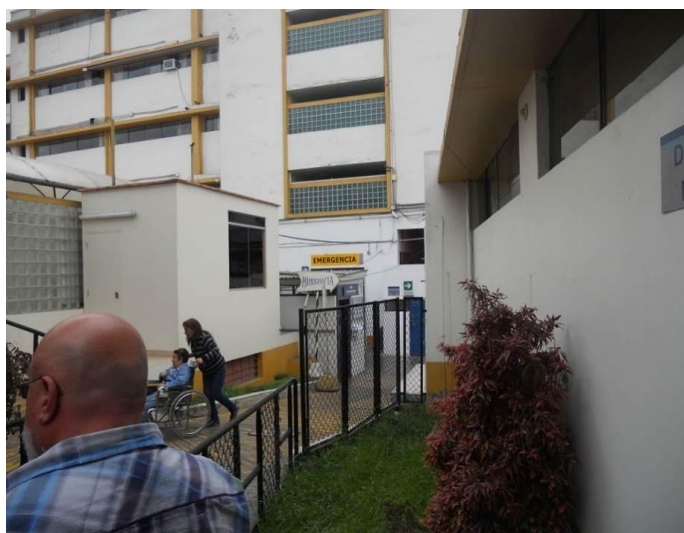
#### **AYUDA AL DIAGNÓSTICO**

La ayuda al diagnóstico no requiere de movilización de los pacientes pues cuentan con rayos X y ecógrafo portátiles. Asimismo, el personal de Laboratorio se desplaza hacia el paciente. En caso de que el paciente pueda desplazarse sin peligro para su salud, éste debe de salir de las instalaciones del Servicio de Emergencia.



**Foto 18.** Señalización que orienta a los pacientes hacia Ayuda al Diagnóstico.

El desplazamiento de los pacientes hacia el Departamento de Diagnóstico por Imágenes es por un área no techada y en ocasiones el familiar es quien debe conducir al paciente debido a lo recargado de la labor del personal.



**Foto 19.** Paso obligado desde Emergencia hacia el Departamento de Ayuda al Diagnóstico.

En el departamento de Diagnóstico por Imágenes no cuenta con tomógrafo ni resonador magnético, lo que obliga al personal a transferir a los pacientes que requieren estos estudios.



**Foto 20.** Departamento de Diagnóstico por Imágenes. No se cuenta con tomógrafo ni resonador magnético.

En conclusión, el Servicio de Emergencia se encuentra en una área remodelada, su disposición es horizontal lineal, que la hace funcional para lo cotidiano, pero ante una demanda masiva de víctimas y/o evacuación de emergencia colapsaría. Por otro lado, no existen áreas de expansión definidas y más aún, no se cuenta con el material para abastecerlas.



**Foto 21.** Escalera de acceso a la azotea de Pabellón D, en donde se ubican varios ambientes, entre ellos el COE.



El COE se encuentra en una azotea y para acceder al mismo hay que cruzar el techo.



**Foto 22.** Acceso al COE a través del techo.

Las avenidas de acceso exterior al hospital tienen alto tránsito vehicular y peatonal. En ellas se prevé instalar las áreas externas de expansión en caso de terremoto destructivo.



**Foto 23.** Vías exteriores de acceso vehicular al hospital, probable área de expansión externa.

#### 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<sup>o</sup>F<sup>o</sup>, 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 concretas que se instalan enterradas, empotradas y/o expuestas.

#### 4.1.4.2. Instalaciones Eléctricas

N°	SISTEMA ELÉCTRICO	OBSERVACIONES
	Generador adecuado para el 100% de la demanda.	El hospital cuenta con dos GE que cubren el 100% de la carga eléctrica
	Regularidad de las pruebas de funcionamiento en las áreas críticas.	Se realizan pruebas de funcionamiento en vacío de forma semanal
	¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales.	El ambiente del GE comparte la sala de calderos, su ubicación se encuentra en el centro del Instituto
	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos.	En algunas zonas requieren asegurar las instalaciones
	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica	El sistema no presenta un sistema de redundancia
	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido.	Los tableros No presentan mandiles de protección, los cuales han sido retirados por mantenimiento y no han sido repuestos
	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital.	La iluminación se encuentra en regular estado
	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	Cuenta con sub estación independiente y se encuentra dentro del instituto



N°	Sistema de telecomunicaciones	OBSERVACIONES
	Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas.	En regular estado
	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables de Internet).	Existen cables de comunicaciones que cruzan los pabellones en forma aérea y colgando
	Estado técnico del sistema de comunicación alterno. <i>estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet,</i>	
	Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables. que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, video-conferencia, etc.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad.	La antena sobre el techo se encuentra con cables de sujeción en regular estado
	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital.	No hay mayor interferencia, funcionan regularmente
	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones.	
	Seguridad del sistema interno de comunicaciones.	
	Depósito de combustible (gas, gasolina o diesel):	OBSERVACIONES
	Tanques para combustible con capacidad suficiente para un mínimo de 5 días.	Los tanque tienen capacidad suficiente para 5 días de independencia
	Anclaje y buena protección de tanques y cilindros	Los tanque se encuentran soterrados
	Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles	La ubicación se encuentra en el patio de maniobras
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones).	En regular estado
N°	Gases medicinales (oxígeno, nitrógeno, etc.)	OBSERVACIONES
	Almacenaje suficiente para 15 días cómo mínimo.	Tiene tanque criogénico, pero no cuenta con manifold de emergencia

	Anclaje de tanques, cilindros y equipos complementarios	Regular estado
	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales.	No tiene suministro alterno
	Ubicación apropiada de los recintos.	Se encuentra en lugar separado del edificio y protegida
	Seguridad del sistema de distribución (válvulas, tuberías y uniones).	Distribución y válvulas en regular estado
	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales	No tiene áreas exclusivas para tanques de almacenamiento
	Seguridad apropiada de los recintos.	Tiene ambiente con protección de malla
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.	Tiene juntas a las salidas de los equipos pero no en su recorrido
	Condición de tuberías, uniones, y válvulas..	Regular estado
	Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado.	Los equipos tienen anclaje en regular estado
	Ubicación apropiada de los recintos.	Algunos equipos no tienen anclajes
	Seguridad apropiada de los recintos.	Los equipos de AA se encuentran en la azotea
	Funcionamiento de los equipos (Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores, entre otros).	Se fijan a los equipos
	Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación.	Algunos equipos han sido renovados

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

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

#### 4.2.1. Definición de Medición de Vibración Ambiental

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

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

Los microtemblores han sido utilizados desde principios del siglo XX para determinar las propiedades dinámicas del terreno. Omori (1908) inició las investigaciones sobre microtemblores empleando un instrumento muy simple para observar la vibración natural del suelo que no correspondía a una vibración sísmica y encontró que dicha vibración natural podría ser causada por el viento, olas marinas o perturbaciones artificiales como el tráfico, vibración de máquinas, etc. Para estimar el periodo de oscilación de una edificación, que es el presente objetivo, se aprovecha la vibración ambiental como fuente de excitación de las edificaciones y se utiliza un equipo con un sensor triaxial colocado en la parte superior para medir la velocidad o aceleración del movimiento de la edificación en sus direcciones longitudinal y transversal. El registro obtenido será luego sometido a un análisis espectral para identificar el correspondiente periodo de oscilación horizontal en las direcciones longitudinal y transversal de la edificación donde se realizó la medición.

#### 4.2.2. Equipos e Instrumentación

Para la medición del periodo de oscilación se empleó un equipo denominado GEODAS 15-HS (ver figura A1-1, Anexo I) desarrollado por la Compañía Buttan Service., Ltd. A continuación se detalla las características del equipo y programas usados:

- 01 Sistema de Adquisición de Datos GEODAS 15-HS
- 01 Computadora portátil NEC, modelo Versa Pro VS-8
- Sensores de 1Hz de frecuencia tipo CR4.5-1S
- 01 GPS GARMIN modelo GPS16x-LVS
- 01 cable de conexión para batería
- Software de adquisición de datos: Microtremor Observation (Mtobs, incluido en el GEODAS 15HS)
- Software de procesamiento de datos: m2n.exe, mtpltn2.exe, calHVm4.exe

#### 4.2.3. Resultados de las Mediciones

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

Para la medición se instala uno o varios sensores triaxiales en la parte superior del edificio, si esto no es posible por diversas circunstancias se ejecuta la medición en el nivel inferior inmediato del superior. Los sensores tienen la capacidad de registrar el movimiento en tres direcciones ortogonales (dos horizontales y una vertical). Una vez colocados los sensores, deben estar correctamente nivelados para asegurar la horizontalidad de las componentes horizontales de estos. Luego, se configura la frecuencia de muestreo del equipo de medición y el intervalo de tiempo que se grabará. En nuestro caso se utilizaron sensores que miden la velocidad del movimiento de la edificación, con un intervalo de muestreo de 200 muestras/s (doscientas muestras por segundo) y se obtuvieron registros con una duración de 15 minutos.

Los registros de velocidad de vibración ambiental obtenidos constituyen un conjunto de datos discretos en el dominio del tiempo, es decir, un registro tiempo-historia (ver figuras, Anexo II), estos registros de velocidad presentan en las abscisas unidades de tiempo en segundos (s) y en las ordenadas unidades de velocidad en micras/s ( $\mu\text{m/s}$ ) donde una micra ( $\mu\text{m}$ ) 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 09 edificaciones diferentes que forman parte del hospital. En el Anexo II, la figura All-1 muestra la distribución y orientación de los sensores en las edificaciones donde se realizaron las mediciones, para ello se siguieron las direcciones longitudinal y transversal de las edificaciones definiendo en forma paralelas a éstas las direcciones X e Y. Las figuras All-2 al All-10 del Anexo II muestran como ejemplo un registro de las mediciones ejecutadas así como sus respectivos Espectros de Amplitudes de Fourier para las direcciones X e Y.

Interpretando los espectros obtenidos se obtienen los correspondientes valores de periodos de oscilación en las direcciones X e Y, para ello se ha identificado el pico máximo de amplitud de Fourier que se ubica dentro del intervalo de periodos propios posibles de la edificación. La Tabla 1 muestra los periodos fundamentales estimados para cada dirección X e Y para las edificaciones. Puede observarse que para algunas mediciones se ha obtenido un intervalo de valores donde se



encuentra el valor del periodo de oscilación de la edificación, esto se debe a que no es posible identificar un solo pico de amplitud máxima en el Espectro de Amplitudes de Fourier, posiblemente esta forma del espectro se debe a que en el instante de la medición existieron diversas fuentes de excitación.

**Tabla 1.** Valores de periodos fundamental estimados

Punto	Periodo (s)	
	Dirección X	Dirección Y
01	0.19	0.23
02	0.19	0.26
03	0.07	0.05
04	0.04	0.05
05	0.13	0.10
06	0.09	0.10
07	0.11	0.14
08	0.12	0.10
09	0.09	0.10

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 0.04 s a 0.26 s, valores que corresponden a edificaciones de 1 a 5 pisos.

### 4.3. Auscultación de la Cimentación del Hospital

#### 4.3.1. Generalidades

El Hospital Santa Rosa está conformado por edificaciones de 1 y 5 pisos y sus estructuras están cimentados mediante cimientos corridos, zapatas y vigas de cimentación.

El Hospital Santa Rosa se ubica en la Av. Bolívar cuadra 8, Distrito de Pueblo Libre, 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 Santa Rosa 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 de suelos, las que han permitido describir el tipo de suelo predominante, las características físicas y mecánicas y el valor de la capacidad de carga admisible de las cimentaciones. Asimismo se verificó las dimensiones de las cimentaciones ejecutadas y si éstas corresponden a las especificadas en los planos.

El programa de trabajo realizado ha consistido en lo siguiente:

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

#### 4.3.3. Geología, Geomorfología y Sismicidad

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

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

### Sismicidad

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

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

#### 4.3.4. Investigación de campo

Los trabajos de exploración de campo se desarrollaron entre los días 17 y 19 de Noviembre del 2013, y consistieron en auscultar la cimentación por medio de excavación de 05 calicatas en las zonas indicadas y distribuidas convenientemente.

#### Excavación de Calicatas

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del terreno donde se ha cimentado las edificaciones del Hospital Santa Rosa, se realizó la exploración de 05 auscultaciones por medio de calicatas de profundidades variables, ubicadas cada una convenientemente. De las calicatas se extrajo muestras alteradas para su evaluación y caracterización en el laboratorio. En la Tabla 2 se presenta el resumen de las calicatas realizadas. Los reportes de registros de las calicatas se presentan en el Anexo IV. 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	2.00	N.A	1
C-2	1.50	N.A	1
C-3	1.50	N.A	1
C-4	1.50	N.A	1
C-5	1.50	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 Santa Rosa, se realizó la auscultación de la cimentación en 05 zonas mediante calicatas distribuidas convenientemente (ver Lámina 1). La auscultación de los cimientos se hizo en forma manual, tal como se observa en el Panel Fotográfico. En la Tabla 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	Zapata	1.50	1.30	1.50
C-2	Zapata	1.50	0.80	1.50
C-3	Zapata	0.90	0.70	1.20
C-4	Zapata	0.90	0.70	1.20
C-5	Zapata	1.30	0.80	1.20

**4.3.5. Ensayos de Laboratorio**

Con las muestras obtenidas de las calicatas se realizaron 05 análisis granulométricos por tamizado, 05 límites de consistencia, 01 ensayo de compresión triaxial UU 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 un resumen de la cantidad de ensayos realizados.

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

CALICATA	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
Muestra	M-1	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m)	1.30-2.00	0.70-1.50	0.90-1.50	0.80-1.50	0.70-1.50
%Gravas	63.5	58.4	41.3	72.5	2.7
%Arena	21.3	35.9	30.1	23.2	43.0
%Finos	15.2	5.7	28.6	4.3	54.3
L.L.	26	NP	25	NP	NP
L.P.	10	NP	9	NP	NP
Humedad W%	8.5	3.9	5.7	2.4	7.4
SUCS	GC	GW-GM	GC	GP	ML

**Tabla 5.** Resultados del ensayo de compresión triaxial

Calicata	Muestra	Prof. (m)	Clasificación SUCS	Parámetros Drenados	
				Angulo de Fricción (°)	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )
C-4	M-1	0.80-1.50	GP	36°	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.**

La capa superficial está conformada por relleno de arcilla limosa (CL-ML), color marrón claro, húmedo, de consistencia blanda a dura, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados, con restos de cascotes de ladrillo y concreto etc. El espesor promedio de esta capa es de 1.30 metros.

Subyaciendo a este estrato se encuentra una grava limosa con arcilla (GM), color marrón, húmeda, de compacidad compacta, con presencia de cantos, boleos, bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este es mayor a los 2.00 m.



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 SANTA ROSA



## **CALICATA C-2**

La capa superficial está conformada por limo (ML), color marrón, húmedo, de consistencia blanda, con presencia de gravas redondeadas a subredondeadas y raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 0.70 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de grava mal gradada a grava areno limosa, redondeada a subredondeada (GP-GM), color marrón, húmeda, de compactación compacta, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 1.50 m investigados.

## **CALICATA C-3.**

La capa superficial está conformada por limo con arena (ML), color marrón, húmedo, de consistencia blanda, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados con restos de raicillas. El espesor promedio de esta capa es de 0.50 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra grava mal gradada redondeados a subredondeados matriz arena limosa (GP), color gris, húmedo, de compactación compacta y con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 1.50 metros investigados.

## **CALICATA C-4.**

La capa superficial está conformada por grava mal gradada a grava areno limosa con arcilla (GP-GM), color marrón, húmeda, de compactación suelta, con presencia de cantos, boleos redondeados a subredondeados aislados. El espesor promedio de esta capa es de 0.80 metros.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de grava areno limosa (GM), color marrón, húmeda, de compactación densa, con presencia de gravas, canto, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 1.50 m investigados.

### **CALICATA C-5.**

La capa superficial está conformada por relleno de grava areno limosa con arcilla (GM), color marrón, húmeda, de compacidad suelta, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor promedio de esta capa es de 0.70 m.

Subyaciendo a esta capa se encuentra un estrato de grava areno limosa (GM), color marrón, húmeda, de compacidad densa, con presencia de gravas, canto, boleos y bloques redondeados a subredondeados. El espesor de este estrato es mayor a los 1.50 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.  $D_f=1.50$  m. La cimentación se encuentra sobre grava arena limosa con arcilla (GM).

En la zona de la calicata C-2.  $D_f=1.00$  m. La cimentación se encuentra sobre grava mal gradada a grava areno limosa (GP-GM).

En la zona de la calicata C-3.  $D_f=1.20$  m. La cimentación se encuentra sobre grava mal gradada con matriz areno limosa (GP).

En la zona de la calicata C-4.  $D_f=1.20$  m. La cimentación se encuentra sobre grava areno limosa (GP-GM).

En la zona de la calicata C-5.  $D_f=1.20$  m. La cimentación se encuentra sobre grava areno limosa (GM).

Teniendo en cuenta los resultados de la auscultación de los cimientos, la profundidad de cimentación varía entre 1.00m y 1.50 m, por ello se evaluará la cimentación de la estructura a la profundidad promedio  $D_f = 1.50$  m.

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

### Capacidad Admisible

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

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

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

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

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

Donde:

- $q_u$  = capacidad última de carga.
- $q_{ad}$  = capacidad admisible de carga.
- $F_s$  = factor de seguridad = 3.
- $\gamma$  = peso unitario del suelo.
- $D_f$  = profundidad de cimentación.
- $N_c, N_\gamma, N_q$  = parámetros de capacidad portante en función de  $\phi$ .
- $S_c, S_\gamma, S_q$  = 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)]



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

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

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 <sub>f</sub> (m)	γ (g/cm <sup>3</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ (°)	q <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	q <sub>ad</sub> kg/cm <sup>2</sup>
Zapata.	Grava con arena limosa	0.90	1.50	2.08	0	35	15.19	5.07
Cimiento Corrido	Grava con arena limosa	0.60	1.00	2.08	0	35	8.22	2.74

\* 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:

- S<sub>i</sub> = Asentamiento en cm.
- Relación de Poisson = 0,3.
- I<sub>f</sub> = Factor de forma (cm/m).
- E<sub>s</sub> = Módulo de elasticidad (ton/m<sup>2</sup>).
- q = Presión de trabajo (ton/m<sup>2</sup>).
- 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)	$E_s$ Kg/cm <sup>2</sup>	$Q_{ad}(1)$ kg/cm <sup>2</sup>	Si Cm
Zapata	Grava con arena limosa	0.90	800	5.07	0.63
Cimiento corrido	Grava con arena limosa	0.90	800	2.74	0.69

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

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

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

**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 Tp	0.40

### Agresividad del Suelo a la Cimentación

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

Las concentraciones de estos elementos en proporciones nocivas, se muestran en la **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-01, 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-01 M-1	1.40 -2.00m	2436	2342	48	-	Severo

En consecuencia, la presencia de sulfatos solubles en agua es de 2342 ppm, está entre 2000-20000 ppm, el cual presentará un severo ataque químico al concreto de la cimentación. Cloruros 48 ppm menor que 6000 ppm, no ocasionarán problemas de corrosión a las armaduras y las sales solubles totales de 2436 ppm menor que 15000 ppm no ocasionarán problemas de pérdida de resistencia mecánica por lixiviación.

#### 4.3.8. Conclusiones

- Se han ejecutado 05 auscultaciones por excavaciones manuales denominadas C-1 a C-5, con profundidades variables, las que están comprendidas desde los 1.50 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 gravas mal gradadas a gravas arena limosa, con gravas redondeados a subredondeados (GP-GM), de color marrón, húmeda, de compacidad compacto, con presencia de cantos, boleos y bloques redondeados a subredondeados de más de 1.50 metros de espesor.
- La profundidad de cimentación encontrada en las estructuras auscultadas, varía de 1.00 m a 1.50 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 5.00 Kg/cm<sup>2</sup> para Zapatas y de 2.70

Kg/cm<sup>2</sup> para cimientos corridos de acuerdo a las dimensiones especificadas en el presente estudio.

- Para el análisis sismorresistente de las estructuras, el Hospital Santa Rosa se encuentra localizado en la Zona 3, correspondiéndole un factor de zona  $Z= 0.4$ , según la Norma de Diseño Sismorresistente E-030.
- De las exploraciones realizadas, el perfil de suelo clasifica como un suelos tipo S1 de la Norma E-030, con un valor de  $T_p = 0.4$  y un factor de suelo  $S= 1.0$ .
- Los resultados de los análisis químicos de los suelos donde se desplanta la cimentación, muestran pequeñas concentraciones de sales solubles totales y altas concentraciones de sulfatos que ocasiona un ataque severo al concreto de la cimentación y bajas concentraciones de cloruros los cuales no ocasionarán problemas al acero de 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. En las muestras M-01 y M-03 se localizó los ejes del acero usando el equipo de detección de acero PROFOMETRO y luego se realizó el picado del concreto de recubrimiento para descubrir el acero y retirar una muestra, y en el caso de M-02 se realizó el corte de las barras expuestas. Luego se reemplazó el acero y se hizo el resane de la zona intervenida. Ver. Foto 25

##### 4.4.1. Resistencia del Acero de Refuerzo

Las muestras extraídas fueron ensayadas en el laboratorio de estructuras del CISMID según norma ASTM A615 NTP 341.031. Los resultados se muestran en la planilla adjuntas a este informe. Los resultados de los ensayos de tracción indican que se ha usado acero con límite de fluencia mínimo de 4200 kg/cm<sup>2</sup> en la zona de M-02 y se

ha usado acero con límite de fluencia mínimo de 2800 kg/cm<sup>2</sup> en la zona de M-01 y M-03.

#### 4.4.2. Extracción de Núcleos de Concreto Endurecido

Con la finalidad de evaluar el estado de los materiales utilizado en la construcción del Hospital, 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 24.

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

#### 4.4.3. 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

IDENTIFICACIÓN	Elemento Estructural	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )
<b>M-01</b>	Columna	<b>157.7</b>
<b>M-02</b>	Columna	<b>115.6</b>
<b>M-03</b>	Columna	<b>205.9</b>
<b>M-04</b>	Columna	<b>146.7</b>
<b>M-05</b>	Placa	<b>168.4</b>
<b>M-06</b>	Columna	<b>105.6</b>
<b>M-07</b>	Columna	<b>124.2</b>
<b>M-08</b>	Columna	<b>159.7</b>
<b>M-09</b>	Columna	<b>275.6</b>
<b>M-10</b>	Columna	<b>191.4</b>

Promedio= 165.1

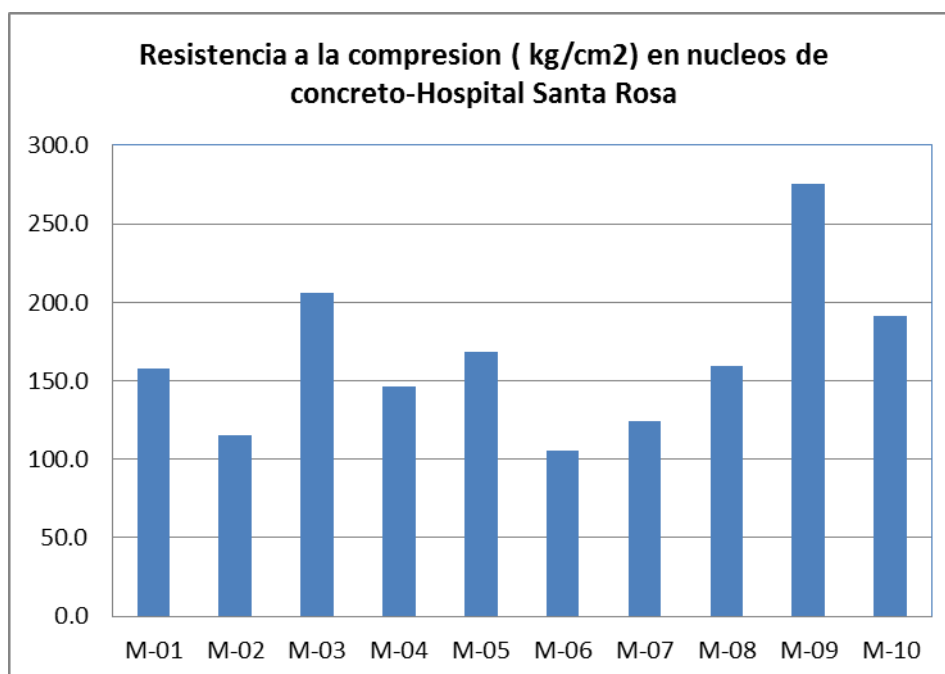


Figura 9. Resistencia a la compresión de núcleos de concreto

#### 4.4.4. 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.

#### 4.4.5. Resistencia de la Mampostería y/o Adobe

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



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 SANTA ROSA





### Anexo I: Registro Fotográfico



**Foto 24.** Extracción de núcleos de concreto



**Foto 25.** Puntos de extracción de muestras de acero



Foto 26. Muestras de acero, antes y después del ensayo de tracción



Foto 27. Ensayo de tracción de muestras de acero



## Anexo II: Planillas de resultados de ensayo de materiales

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO

Procedencia: Hospital Santa Rosa  
Tipo de probeta: Cilíndrica  
Material: Concreto  
Fecha de ensayo: 05/12/2013

IDENTIFICACIÓN	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
<b>Fecha de extracción</b>	05/11/2013	05/11/2013	05/11/2013	05/11/2013	05/11/2013
<b>Elemento Estructural</b>	Columna	Columna	Columna	Columna	Placa
<b>Altura ( cm )</b>	9.20	14.50	12.60	14.50	10.20
<b>Diámetro ( cm )</b>	4.60	7.40	7.40	7.40	7.40
<b>Área ( cm<sup>2</sup> )</b>	16.62	43.01	43.01	43.01	43.01
<b>Carga ( Kg )</b>	2620	4990	9070	6330	7660
<b>Resistencia ( Kg/cm<sup>2</sup> )</b>	157.7	116.0	210.9	147.2	178.1
<b>Relación altura/diámetro</b>	2.000	1.959	1.703	1.959	1.378
<b>Factor de corrección</b>	1.000	0.997	0.976	0.997	0.945
<b>Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm<sup>2</sup> )</b>	<b>157.7</b>	<b>115.6</b>	<b>205.9</b>	<b>146.7</b>	<b>168.4</b>
<b>Tipo de falla</b>	Corte	Cono	Columnar	Corte	Cono

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

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

Informe N° 16-1-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 Santa Rosa  
 Tipo de probeta: Cilíndrica  
 Material: Concreto  
 Fecha de ensayo: 05/12/2013

IDENTIFICACIÓN	M-06	M-07	M-08	M-09	M-10
<b>Fecha de extracción</b>	04/12/2013	04/12/2013	04/12/2013	04/12/2013	04/12/2013
<b>Elemento Estructural</b>	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
<b>Altura ( cm )</b>	14.80	14.50	14.50	13.00	14.70
<b>Diámetro ( cm )</b>	7.40	7.40	7.40	7.40	7.40
<b>Área ( cm<sup>2</sup> )</b>	43.01	43.01	43.01	43.01	43.01
<b>Carga ( Kg )</b>	4540	5360	6890	12090	8240
<b>Resistencia ( Kg/cm<sup>2</sup> )</b>	105.6	124.6	160.2	281.1	191.6
<b>Relación altura/diámetro</b>	2.000	1.959	1.959	1.757	1.986
<b>Factor de corrección</b>	1.000	0.997	0.997	0.981	0.999
<b>Resistencia para una relación de 2:1 (Kg/cm<sup>2</sup> )</b>	<b>105.6</b>	<b>124.2</b>	<b>159.7</b>	<b>275.6</b>	<b>191.4</b>
<b>Tipo de falla</b>	Corte	Cono	Columnar	Corte	Cono

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

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

Informe N° 16-2-CISMID/2013

Ensayo: LJCM

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



PERÚ

Ministerio  
de Salud

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



## ENSAYO DE TRACCIÓN EN BARRAS DE ACERO

Procedencia: Hospital Santa Rosa  
Tipo de probeta: Barras  
Material: Acero  
Fecha de ensayo: 05/12/2013

Muestra	Dimensiones		Peso (Kg/m)	Fuerza (Kg)		Límite de fluencia fy (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tracción R (kg/cm <sup>2</sup> )	R/fy
	Ø (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )		Fluencia	Máxima			
M1	1.60	2.01	1.57	7150	11850	3556	5893	1.7
M2	1.60	2.01	1.47	9000	14450	4476	7186	1.6
M3	1.60	2.01	1.56	7050	11650	3506	5794	1.7

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

Informe N° 25-CISMID/2013

Ensayo: LMLD / GABM

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

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

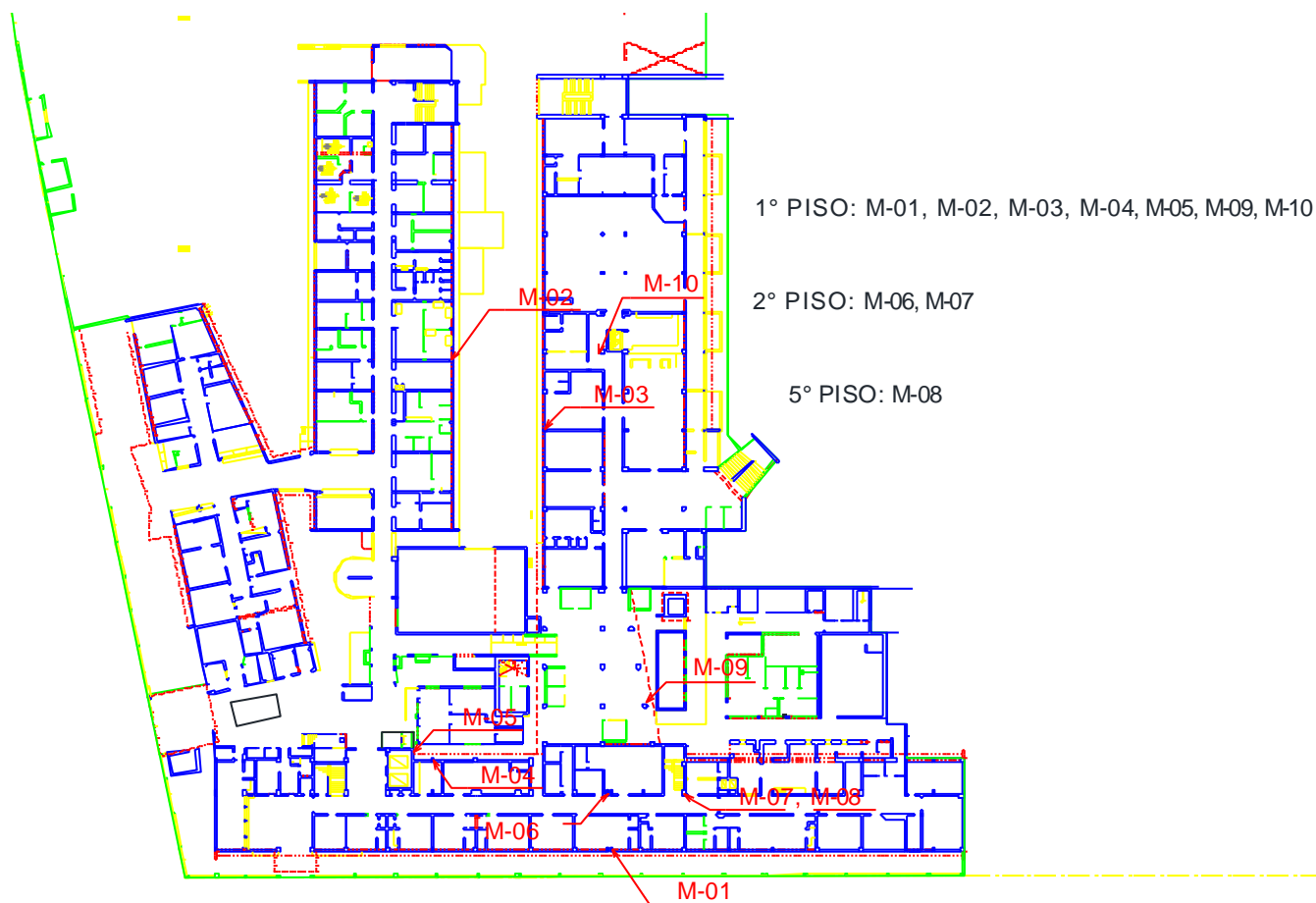
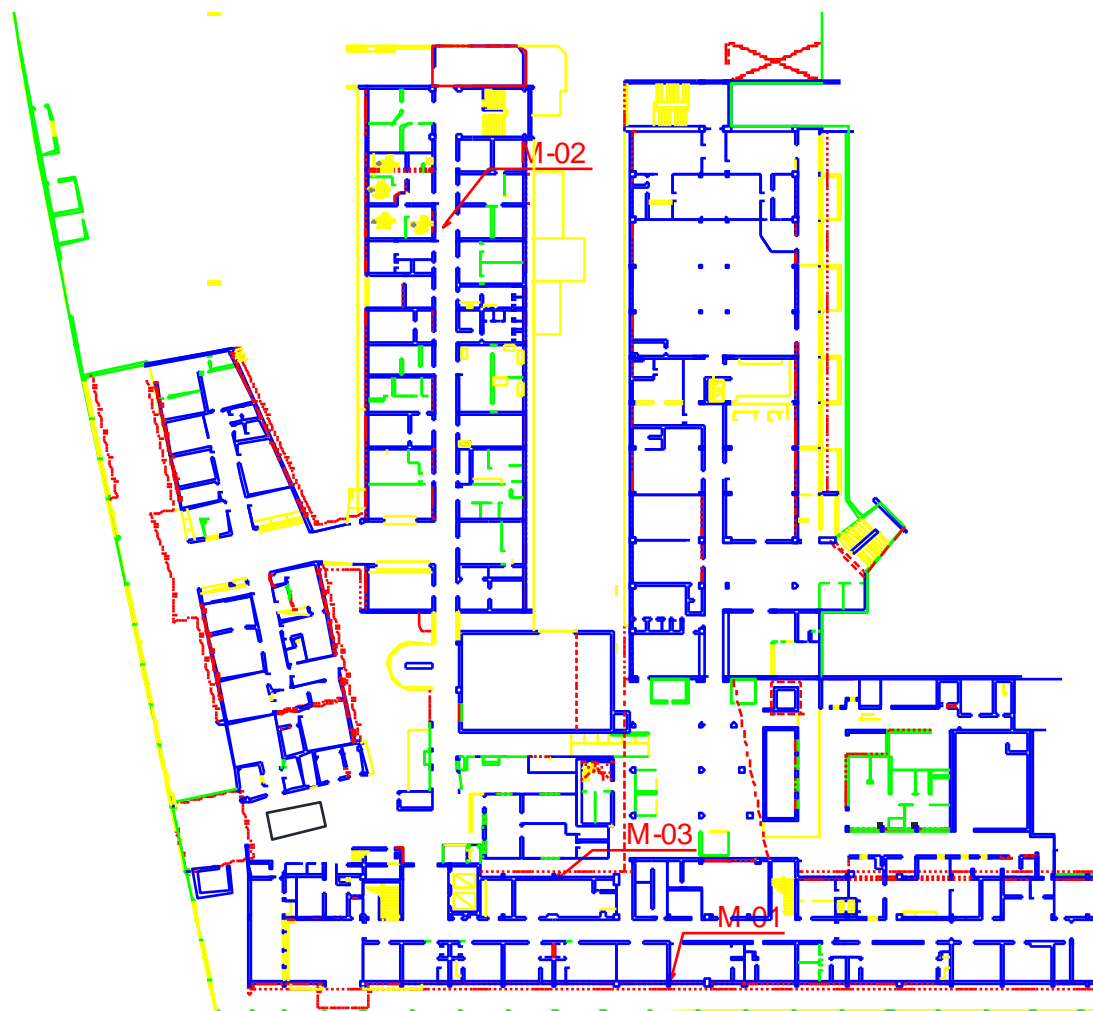


Figura 10. Ubicación de puntos de extracción de núcleos de concreto.



**Figura 11** Ubicación de puntos de extracción de muestras de acero M-1, M-2 y M-3

## 5. DIAGNÓSTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS DEL HOSPITAL

### 5.1. Modelos Matemáticos

El comportamiento dinámico de las estructuras se determina mediante la generación de modelos matemáticos que consideren la contribución de los elementos estructurales en la determinación de la rigidez lateral de cada nivel de la estructura, los cuales son básicamente en todos los casos a presentarse pórticos de concreto armado con albañilería confinada. Los monoblock A, está formado por dos edificio: pabellón A1 (esquina de Av. Bolívar y Av. Sucre) y pabellón A2 (frente Av. Sucre) ambos con 5 pisos de concreto y un piso de estructura liviana, siendo los edificios principales del hospital.

El Pabellón B es una edificación dedicada a la consulta externa y es de un piso con un sistema de muros de albañilería y pórticos. El Pabellón C cuenta con tres pisos de sistema aporticado de concreto que alberga a laboratorios, consultorios, banco de sangre y archivos entre otros. El Pabellón D es un bloque similar al C, dedicado a la hospitalización, pero que tiene un cuarto nivel con una estructura liviana donde existen oficinas y archivos.

En la zona E, se encuentra un Pabellón, el mismo que tiene dos pisos: uno donde el primer nivel es la Plaza de la amistad y en el segundo existe una estructura aporticada y una esquina con estructura ligera cuyo uso es de hospitalización.

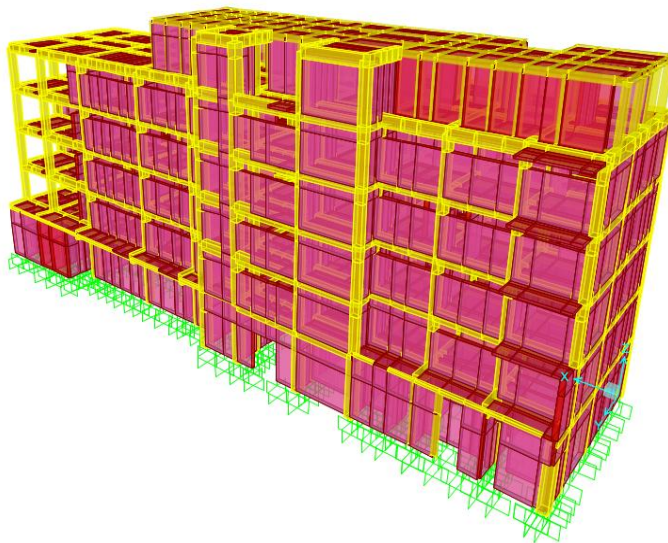
El Pabellón F, es una estructura de aporticada con muros con 3 pisos ubicada entre los Pabellones B y C, dedicado a la quimioterapia.

El Pabellón H es una estructura de sistema aporticado con muros de relleno de albañilería con 3 pisos donde se encuentra el centro oncológico y las oficinas de la dirección del hospital.

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

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



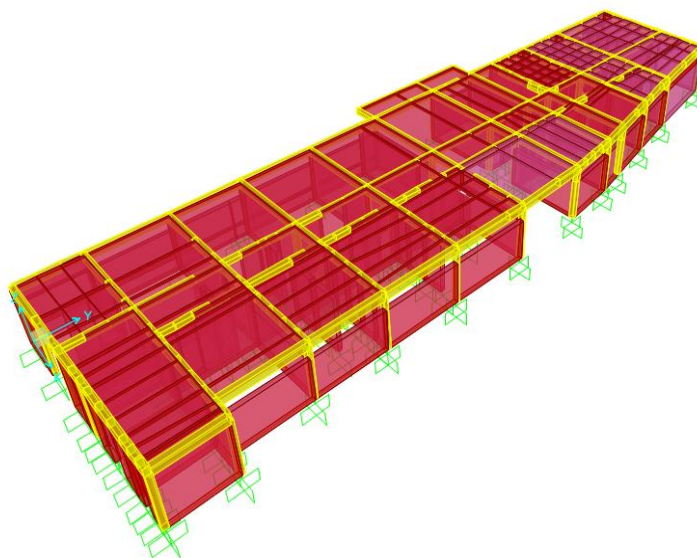


**Figura 12.** Modelo Matemático del Pabellón A1



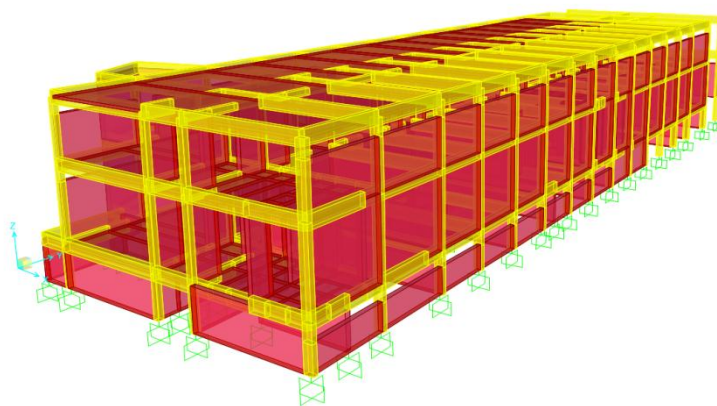
**Figura 13.** Modelo Matemático del Pabellón A2.

Los Pabellones A1 y A2 han sido modelados como una estructura de cinco pisos cuyos elementos resistentes son columnas y vigas de concreto armado y muros de albañilería confinada por el pórtico con losas aligeradas como diafragma rígido. En estos pabellones hay presencia de columnas cortas en los ejes perimétricos paralelos a la Av. Sucre y al interior del hospital.



**Figura 14.** Modelo Matemático del Pabellón B.

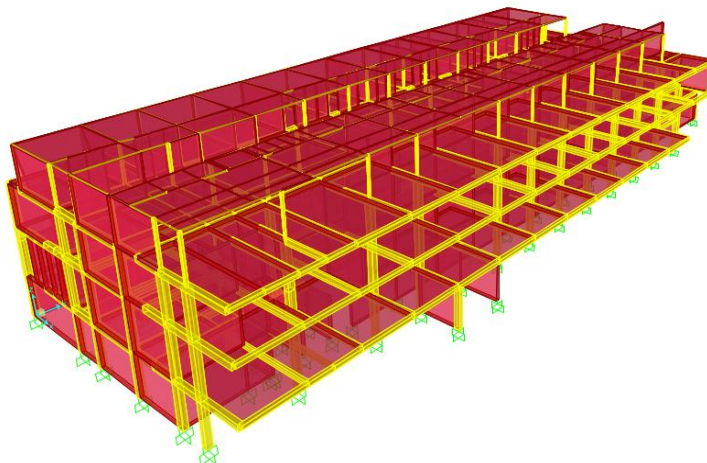
El Pabellón B es una estructura de un piso que en ambas direcciones posee un sistema aporticado con muros de relleno y algunos pórticos como los del hall de ingreso tienen una estructura limpia de muros.



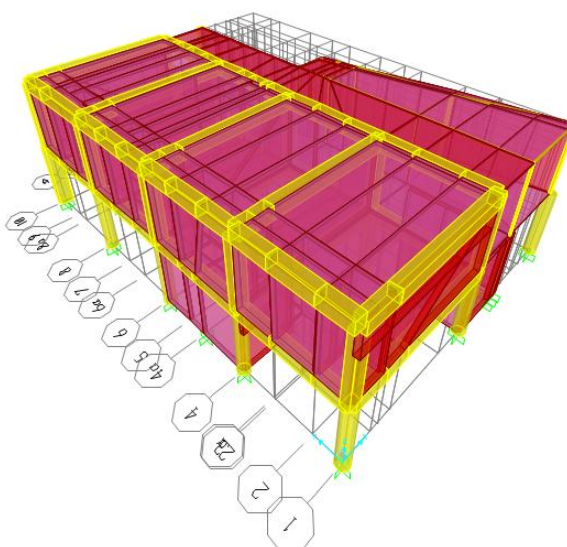
**Figura 15.** Modelo Matemático del Pabellón C

El Pabellón C posee una estructura de tres pisos con sistema aporticado y muros de relleno. Estructuralmente hablando es similar a la estructura del Pabellón D, sin embargo en este último por tenerse la zona de servicios en el primer nivel existe poca tabiquería, mientras que en sus niveles superiores existen mayor cantidad de muros, mientras que en el Pabellón C por su uso de consultorios y laboratorios existen tabiquería en ambas direcciones en sus ejes interiores y en sus ejes perimétricos existen

columnas cortas con tabique de ventana alta. En el Pabellón C existe un hall en el tercer piso donde hay vigas con grietas de corte y según nos informaron esta es una zona ampliada.

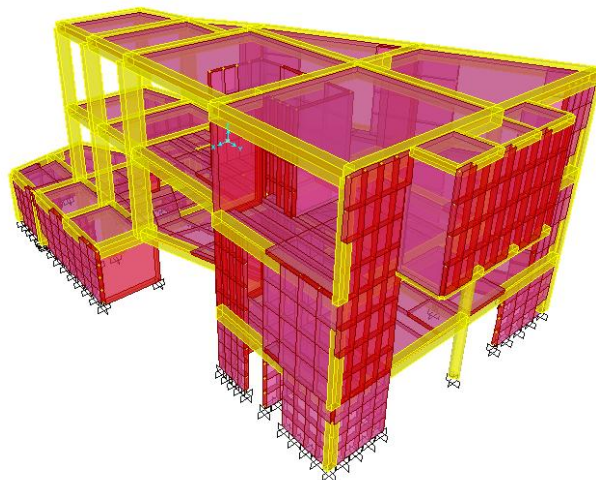


**Figura 16.** Modelo Matemático del Pabellón D.



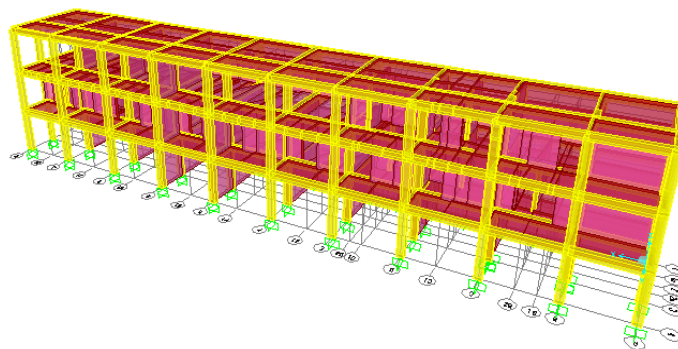
**Figura 17.** Modelo Matemático del Pabellón E.

Originalmente el Pabellón E albergaba a la Plaza de la amistad, con columnas circulares y una losa aligerada actuando como diafragma rígido. Sin embargo al realizarse la ampliación forzada del segundo nivel con columnas, vigas y muros, se ha creado un piso blando en este pabellón.



**Figura 18.** Modelo Matemático del Pabellón F.

El Pabellón F es una estructura relativamente moderna que posee muros, columnas y vigas de concreto en ambas direcciones y tabiquería de relleno en sus tres niveles. Se encuentra entre los edificios B y C teniendo corredores comunes bastante estrechos, pero con suficiente separación para no chocar los bloques durante un sismo.



**Figura 19.** Modelo Matemático del Pabellón H.

El bloque H es una edificación de tres pisos que es compartida con el INABIF. Posee columnas cortas en el eje perimétrico interno al hospital y columnas libres en la zona del patio del INABIF. Tienen corredores con muros de tabiquería y entre los ambientes existen muros trabajando en conjunto con el sistema aporticado.

## PRINCIPALES MODOS DE VIBRACIÓN EN LOS PABELLONES

### PABELLÓN A1

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)	SumRX (%)	SumRY (%)	SumRZ (%)
1	0.329	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	0.329	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	0.327	0%	1%	0%	1%	1%	0%	1%	1%
4	<b>0.296</b>	0%	<b>69%</b>	0%	70%	58%	0%	70%	59%
5	<b>0.236</b>	<b>25%</b>	3%	25%	73%	2%	25%	73%	61%
6	<b>0.224</b>	<b>56%</b>	1%	81%	74%	11%	81%	74%	72%
7	0.149	0%	0%	81%	74%	0%	81%	74%	72%
8	0.125	0%	0%	81%	74%	0%	81%	74%	72%
9	0.121	0%	0%	81%	74%	0%	81%	74%	72%
10	0.117	0%	0%	81%	74%	0%	81%	74%	72%
11	0.113	0%	0%	81%	74%	0%	81%	74%	72%
12	<b>0.107</b>	0%	<b>12%</b>	81%	86%	10%	81%	86%	82%
13	0.102	0%	2%	81%	87%	3%	81%	87%	84%
14	0.099	0%	0%	81%	87%	0%	81%	87%	84%
15	0.096	0%	0%	81%	88%	0%	81%	88%	85%

### PABELLÓN A2

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)	SumRX (%)	SumRY (%)	SumRZ (%)
1	<b>0.347</b>	0%	<b>78%</b>	0%	78%	43%	73%	0%	43%
2	0.281	2%	2%	2%	80%	36%	75%	0%	79%
3	<b>0.231</b>	<b>81%</b>	0%	83%	80%	1%	75%	19%	80%
4	0.215	0%	0%	84%	80%	0%	75%	19%	81%
5	0.169	0%	0%	84%	80%	0%	75%	19%	81%
6	0.154	0%	0%	84%	81%	0%	75%	19%	81%
7	0.153	0%	0%	84%	81%	0%	75%	19%	81%
8	0.141	0%	0%	84%	81%	0%	75%	19%	81%
9	0.139	0%	0%	84%	81%	0%	76%	19%	81%
10	<b>0.123</b>	0%	<b>14%</b>	84%	94%	8%	76%	19%	88%

### PABELLÓN B

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)	SumRX (%)	SumRY (%)	SumRZ (%)
30	0.026	1%	1%	11%	4%	0%	15%	9%	4%
31	0.026	2%	4%	13%	8%	3%	16%	9%	8%
32	<b>0.025</b>	1%	<b>22%</b>	13%	30%	1%	16%	10%	8%
33	0.025	1%	2%	14%	32%	0%	16%	10%	8%
34	<b>0.025</b>	0%	<b>14%</b>	15%	47%	0%	16%	10%	8%
35	0.024	4%	0%	18%	47%	3%	16%	10%	12%
36	0.024	0%	6%	18%	53%	1%	16%	10%	13%
37	0.024	0%	0%	18%	53%	0%	17%	10%	13%
38	0.024	0%	0%	18%	54%	0%	17%	10%	13%
39	0.023	0%	0%	19%	54%	0%	17%	11%	13%
40	0.023	0%	0%	19%	54%	1%	18%	12%	14%
41	0.023	0%	0%	19%	54%	0%	18%	12%	14%
42	0.022	0%	0%	19%	54%	0%	18%	12%	14%
43	0.022	2%	0%	21%	54%	2%	18%	12%	17%
44	0.022	4%	0%	25%	55%	9%	18%	13%	26%
45	0.022	0%	0%	25%	55%	0%	18%	13%	26%
46	0.022	0%	0%	25%	55%	0%	19%	13%	26%
47	0.021	3%	0%	28%	55%	5%	19%	13%	31%
48	0.021	4%	0%	32%	55%	3%	19%	14%	35%
49	0.021	1%	0%	33%	55%	1%	19%	15%	36%
50	0.021	0%	0%	33%	55%	0%	19%	15%	36%
51	0.021	4%	0%	38%	55%	7%	19%	16%	43%
52	0.021	1%	0%	38%	55%	2%	19%	16%	45%
53	0.021	8%	2%	46%	57%	0%	19%	17%	46%
54	0.020	0%	1%	47%	58%	3%	19%	17%	49%
55	<b>0.020</b>	<b>11%</b>	0%	58%	58%	3%	19%	20%	52%

### PABELLÓN C

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)	SumRX (%)	SumRY (%)	SumRZ (%)
1	0.486	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	0.447	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	<b>0.217</b>	<b>39%</b>	0%	39%	0%	24%	0%	12%	24%
4	0.197	0%	0%	39%	0%	0%	0%	12%	24%
5	0.172	2%	0%	41%	0%	5%	0%	12%	29%
6	0.166	0%	0%	41%	0%	0%	0%	12%	29%
7	0.160	0%	0%	41%	0%	0%	0%	12%	29%
8	0.151	0%	0%	41%	0%	0%	0%	12%	29%
9	0.143	0%	0%	41%	0%	0%	0%	12%	29%
10	0.142	2%	0%	43%	0%	5%	0%	13%	34%
11	<b>0.140</b>	0%	<b>30%</b>	43%	0%	4%	1%	13%	38%
12	<b>0.134</b>	0%	<b>45%</b>	43%	0%	8%	4%	13%	46%

### PABELLÓN E

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)	SumRX (%)	SumRY (%)	SumRZ (%)
1	0.398	0%	0%	0.000	0.004	0.001	0.000	0.000	0.001
2	0.273	2%	0%	0.020	0.004	0.026	0.000	0.006	0.027
3	0.245	1%	0%	0.026	0.004	0.003	0.000	0.010	0.030
4	0.229	2%	0%	0.041	0.004	0.021	0.000	0.015	0.050
5	0.177	<b>88%</b>	0%	0.920	0.005	0.690	0.000	0.440	0.740
6	0.177	0%	0%	0.920	0.005	0.001	0.000	0.440	0.740
7	0.141	0%	<b>94%</b>	0.920	0.950	0.091	0.190	0.440	0.830
8	0.138	0%	1%	0.920	0.960	0.025	0.190	0.440	0.860
9	0.134	0%	0%	0.920	0.960	0.000	0.190	0.440	0.860
10	0.131	5%	0%	0.970	0.970	0.120	0.190	0.470	0.970

### PABELLÓN F

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)	SumRX (%)	SumRY (%)	SumRZ (%)
1	<b>0.238</b>	19%	<b>38%</b>	0.190	0.380	0.016	0.115	0.121	0.016
2	<b>0.218</b>	<b>19%</b>	12%	0.378	0.501	0.496	0.151	0.227	0.511
3	0.190	3%	0%	0.403	0.502	0.065	0.151	0.243	0.577
4	0.158	5%	3%	0.448	0.530	0.023	0.159	0.275	0.599
5	<b>0.155</b>	<b>15%</b>	4%	0.602	0.573	0.061	0.169	0.372	0.660
6	0.146	0%	0%	0.602	0.574	0.000	0.169	0.372	0.660
7	0.119	0%	0%	0.604	0.574	0.001	0.171	0.375	0.661
8	0.114	0%	0%	0.605	0.575	0.000	0.173	0.381	0.661
9	0.102	0%	0%	0.605	0.576	0.000	0.174	0.381	0.661
10	0.095	0%	0%	0.605	0.579	0.000	0.204	0.402	0.661

### PABELLÓN H

Número de Modos	Periodo Seg.	UX (%)	UY (%)	SumUX (%)	SumUY (%)	RZ (%)	SumRX (%)	SumRY (%)	SumRZ (%)
1	<b>0.297</b>	<b>27%</b>	3%	0.270	0.027	0.590	0.006	0.001	0.590
2	<b>0.264</b>	<b>10%</b>	<b>73%</b>	0.370	0.750	0.000	0.160	0.002	0.590
3	<b>0.251</b>	<b>56%</b>	6%	0.930	0.810	0.270	0.170	0.006	0.860
4	0.176	0%	1%	0.930	0.820	0.000	0.180	0.006	0.860
5	0.139	0%	0%	0.930	0.820	0.000	0.180	0.007	0.860
6	0.114	2%	0%	0.960	0.820	0.048	0.180	0.021	0.910
7	0.109	0%	0%	0.960	0.820	0.001	0.180	0.021	0.910
8	0.106	0%	3%	0.960	0.850	0.001	0.200	0.022	0.910
9	<b>0.101</b>	0%	<b>11%</b>	0.960	0.960	0.001	0.560	0.023	0.910
10	0.097	2%	0%	0.980	0.960	0.052	0.560	0.037	0.960

## CONSIDERACIONES PARA EL ANÁLISIS

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

### CONCRETO:

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

- Resistencia a la compresión en Pabellones:  $f'c = 165.1 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del concreto:  $E_c = 15000\sqrt{f'c}$
- Peso unitario del concreto:  $2400 \text{ kg/m}^3$
- Módulo de Poisson del concreto:  $\nu=0.20$

### ALBAÑILERÍA:

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

### ACERO DE REFUERZO:

- Resistencia a la tracción promedio:  $F_y = 3846 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad de la Albañilería:  $E_c = 2100,000 \text{ kg/cm}^2$ .

## 5.2. Demandas de Carga

### Cargas Muertas

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

Cargas muertas:

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

### Cargas Vivas

Se consideran las cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura, que incluyen a los ocupantes, materiales, equipos muebles y

otros elementos móviles soportados por la edificación, estimados en la estructura. Teniendo en cuenta que la edificación es de tipo esencial, se considera el 50% de la carga viva para el análisis sísmico.

Carga Vivas:

Sala de operaciones, laboratorios y zonas de servicio) ==> 300 kg/m<sup>2</sup>.

Cuartos ==> 200kg/m<sup>2</sup>.

Corredores y escaleras ==> 400 kg/m<sup>2</sup>.

Azotea ==> 100 kg/m<sup>2</sup>.

### 5.3. Determinación de las Máximas deformaciones para un sismo severo

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

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

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

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

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

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



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

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

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

Debido a que los Pabellones poseen albañilería de relleno en ambas direcciones y considerando la protección de los tabiques frente a sismos, se adopta un factor reducción para la protección del material más débil en este caso la albañilería, con un coeficiente de reducción  $R=3$ .

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

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

En la siguiente figura se muestra el espectro de aceleración utilizado en todos los Pabellones en ambas direcciones.

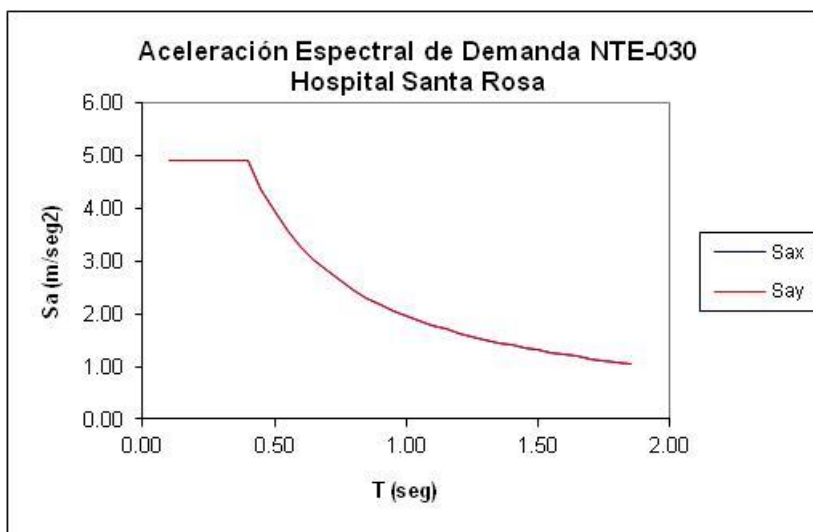


Figura 20. Espectro de demanda sísmica del Bloque A en ambas direcciones.

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

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

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

Tabla 12. Límites Para Desplazamiento Lateral de Entrepiso

Material predominante	( $\Delta/h_e$ )
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

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

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

Las límites de distorsión de entrepiso garantizan la protección de la vida de las personas en la edificación, mas no garantizan la operatividad del establecimiento en caso de un sismo severo, pues para la distorsión de 0.005 la albañilería se encuentra fisurada con agrietamientos en diagonal y posible pérdida de estabilidad de tabiques de relleno.

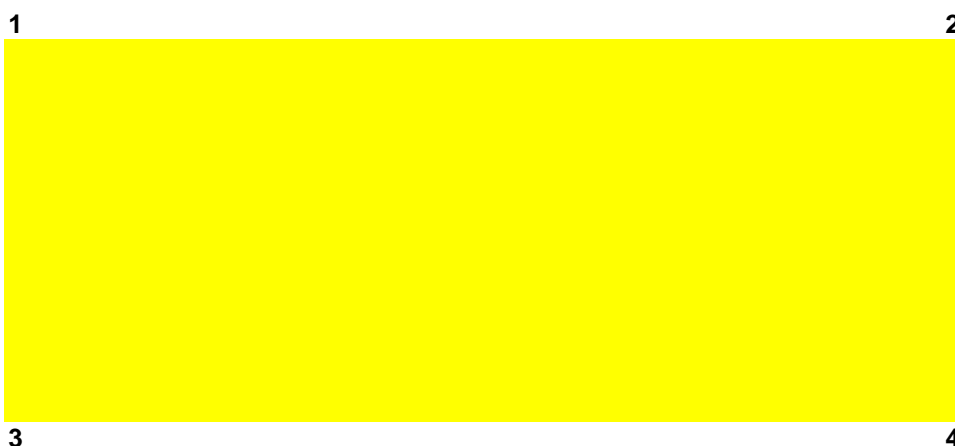
Considerando las recomendaciones de FEMA 356, FEMA 274, ASCE-41 y otros autores referidos a la capacidad y separabilidad de los edificios, así como a la experiencia de 26 años de ensayos de laboratorio de CISMID, se puede plantear dos límites para asegurar la funcionalidad del hospital: 0.003 (sismo severo) y 0.0015 (sismo moderado).

En las siguientes tablas se muestran las distorsiones de los Pabellones para el control de fisuración en la albañilería

### Pabellón A1

El Bloque A1 se encuentra ubicado en la esquina de la Av. Bolívar y la Av. Sucre.

#### VISTA EN PLANTA DE PUNTOS DE CONTROL



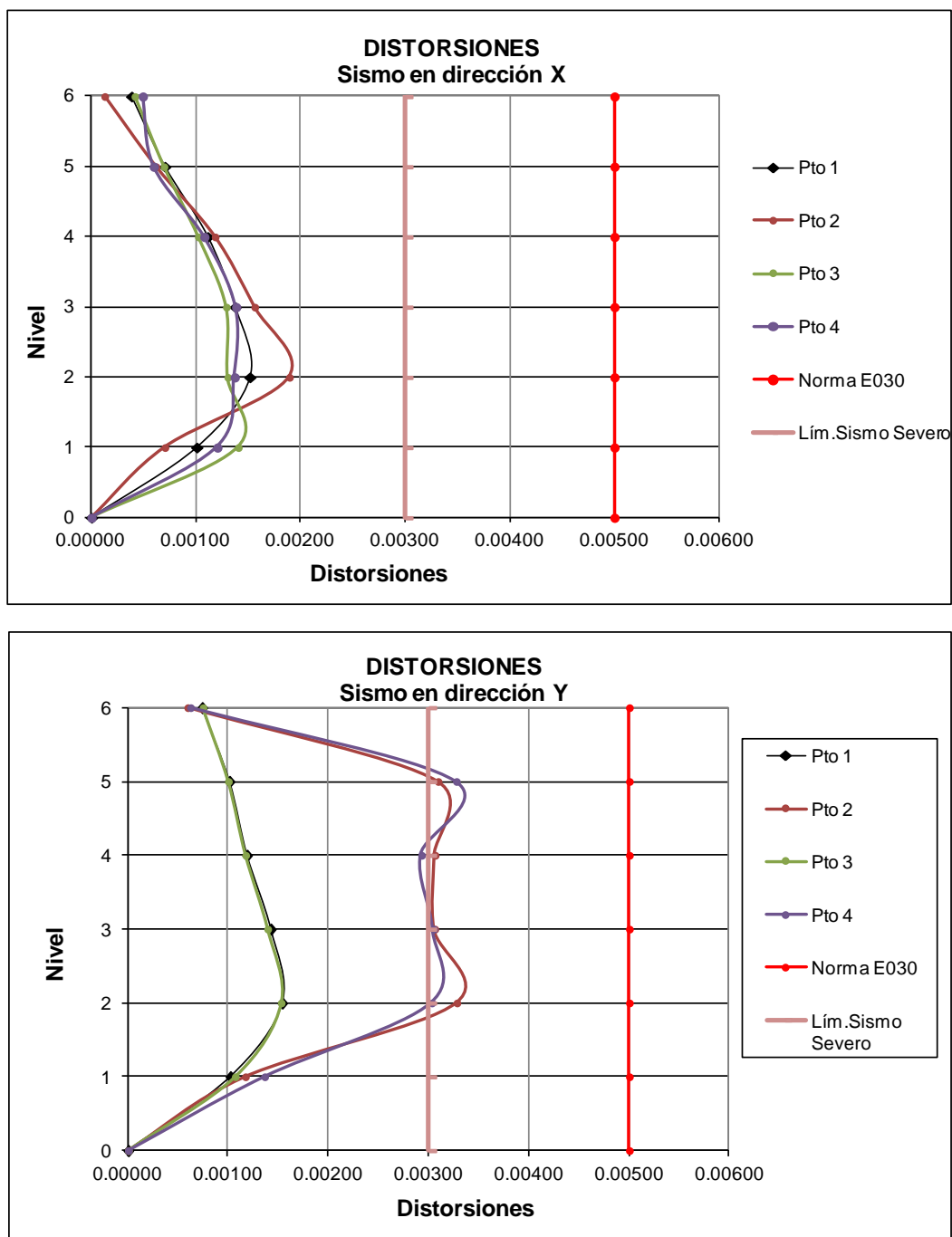
### SISMO SEVERO

Pto. 1		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	1591	3.0	0.8433	0.9529	0.1150	0.2212	0.00038	0.00074
5	313	3.0	0.7922	0.8546	0.2104	0.3031	0.00070	0.00101
4	302	3.0	0.6987	0.7199	0.3332	0.3555	0.00111	0.00119
3	291	3.0	0.5506	0.5619	0.4122	0.4266	0.00137	0.00142
2	280	3.0	0.3674	0.3723	0.4543	0.4608	0.00151	0.00154
1	53	3.7	0.1655	0.1675	0.3724	0.3769	0.00101	0.00102
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Pto. 2		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	370	3.0	0.8324	1.7784	0.0378	0.1778	0.00013	0.00059
5	323	3.0	0.8156	1.8574	0.1850	0.9272	0.00062	0.00309
4	312	3.0	0.7334	1.4453	0.3546	0.9185	0.00118	0.00306
3	301	3.0	0.5758	1.0371	0.4682	0.9176	0.00156	0.00306
2	290	3.0	0.3677	0.6293	0.5677	0.9837	0.00189	0.00328
1	172	3.7	0.1154	0.1921	0.2597	0.4322	0.00070	0.00117
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Pto. 3		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	259	3	0.8603	0.9527	0.1244	0.2234	0.00041	0.00074
5	5	3	0.8050	0.8534	0.2079	0.2995	0.00069	0.00100
4	4	3	0.7126	0.7203	0.3065	0.3512	0.00102	0.00117
3	3	3.0	0.5764	0.5642	0.3868	0.4172	0.00129	0.00139
2	2	3.0	0.4045	0.3788	0.3908	0.4577	0.00130	0.00153
1	328	3.7	0.2308	0.1754	0.5193	0.3947	0.00140	0.00107
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Pto. 4		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	1876	3	0.8536	1.7777	0.1472	0.1863	0.00049	0.00062
5	48	3	0.7882	1.8605	0.1787	0.9821	0.00060	0.00327
4	47	3	0.7088	1.4240	0.3238	0.8780	0.00108	0.00293
3	46	3.0	0.5649	1.0338	0.4149	0.9142	0.00138	0.00305
2	45	3.0	0.3805	0.6275	0.4109	0.9086	0.00137	0.00303
1	338	3.7	0.1979	0.2237	0.4453	0.5033	0.00120	0.00136
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000



**Figura 21.** Distorsiones del Pabellón A1 en dirección X e Y - Sismo Severo

De las tablas y en la Figura 21 se observa que el Pabellón A1 cumple con los requerimientos de la norma sismorresistente para desplazamientos laterales en ambas direcciones. Sin embargo, se observa que en la dirección Y, se sobrepasa el límite fijado para la ocupación inmediata del hospital en caso de un sismo severo.

### SISMO MODERADO

Pto. 1	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones	
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)
6	1591	3.0	0.4217	0.4765	0.0575	0.111	0.00019	0.00037
5	313	3.0	0.3961	0.4273	0.1052	0.152	0.00035	0.00051
4	302	3.0	0.3494	0.3600	0.1666	0.178	0.00056	0.00059
3	291	3.0	0.2753	0.2810	0.2061	0.213	0.00069	0.00071
2	280	3.0	0.1837	0.1862	0.2271	0.230	0.00076	0.00077
1	53	3.7	0.0828	0.0838	0.1862	0.188	0.00050	0.00051
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones	
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)
6	370	3.0	0.4162	0.8892	0.0189	0.089	0.00006	0.00030
5	323	3.0	0.4078	0.9287	0.0925	0.464	0.00031	0.00155
4	312	3.0	0.3667	0.7227	0.1773	0.459	0.00059	0.00153
3	301	3.0	0.2879	0.5186	0.2341	0.459	0.00078	0.00153
2	290	3.0	0.1839	0.3147	0.2838	0.492	0.00095	0.00164
1	172	3.7	0.0577	0.0961	0.1298	0.216	0.00035	0.00058
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones	
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)
6	259	3.0	0.4302	0.4764	0.0622	0.112	0.00021	0.00037
5	5	3.0	0.4025	0.4267	0.1040	0.150	0.00035	0.00050
4	4	3.0	0.3563	0.3602	0.1532	0.176	0.00051	0.00059
3	3	3.0	0.2882	0.2821	0.1934	0.209	0.00064	0.00070
2	2	3.0	0.2023	0.1894	0.1954	0.229	0.00065	0.00076
1	328	3.7	0.1154	0.0877	0.2597	0.197	0.00070	0.00053
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones	
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)
6	1876	3.0	0.4268	0.8889	0.0736	0.093	0.00025	0.00031
5	48	3.0	0.3941	0.9303	0.0893	0.491	0.00030	0.00164
4	47	3.0	0.3544	0.7120	0.1619	0.439	0.00054	0.00146
3	46	3.0	0.2825	0.5169	0.2075	0.457	0.00069	0.00152
2	45	3.0	0.1903	0.3138	0.2054	0.454	0.00068	0.00151
1	338	3.7	0.0990	0.1119	0.2226	0.252	0.00060	0.00068
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

De las tablas para sismo moderado se observa que el Pabellón A1 en la dirección Y las distorsiones se encuentran en el límite de la fisuración inicial, como puede observarse en la Figura 22, donde se observa que en los pisos 2 y 5 se sobrepasa el límite de protección de la tabiquería por fisuración inicial.

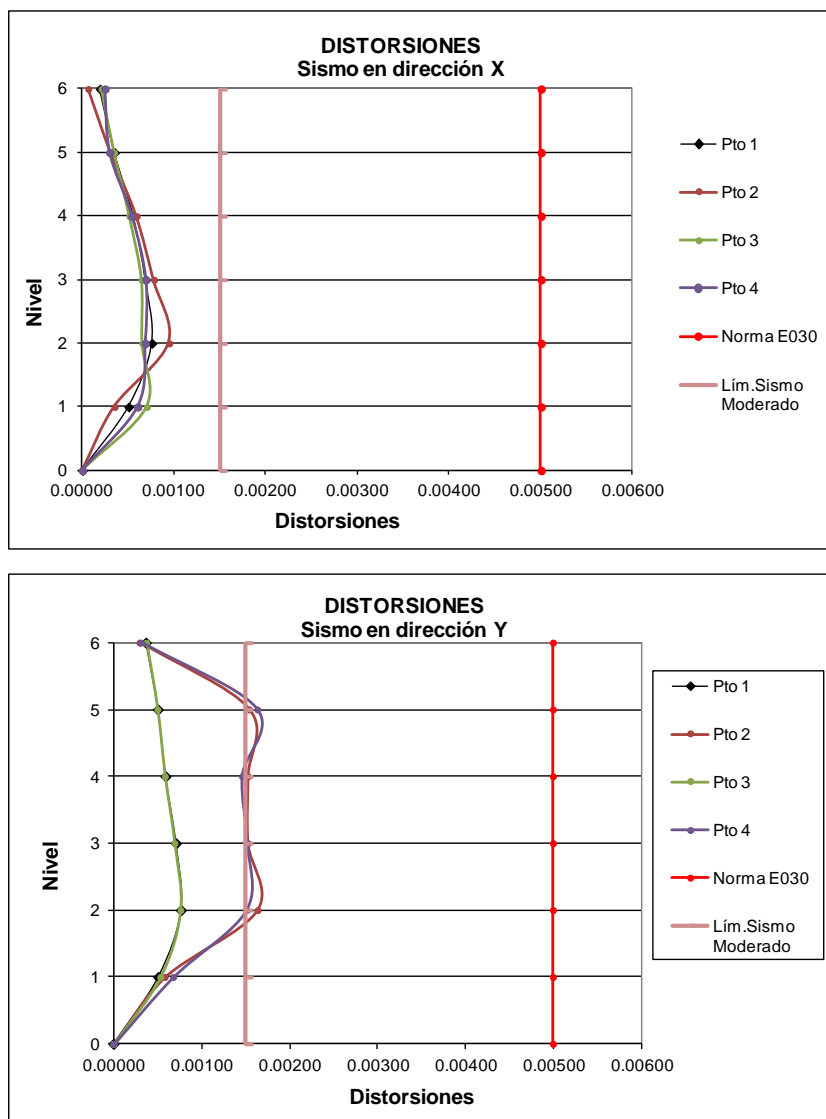
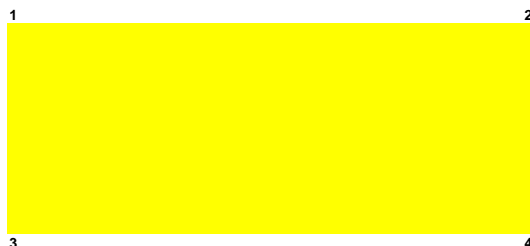


Figura 22. Distorsiones del Pabellón A1 en dirección X e Y - Sismo Moderado

**PABELLÓN A2**

El pabellón A2 se encuentra ubicado con frente a la Av. Sucre. La respuesta sísmica por desplazamiento es mostrada en las siguientes tablas:

VISTA EN PLANTA DE PUNTOS DE CONTROL



## SISMO SEVERO

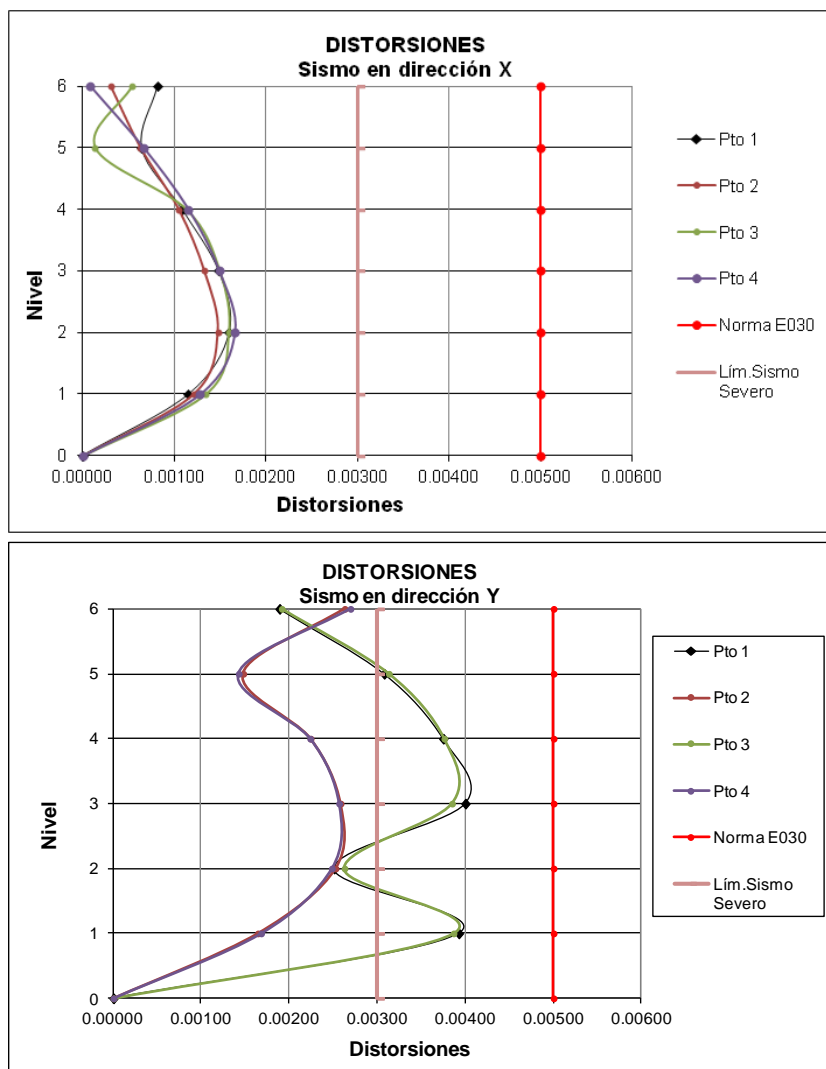
Pto. 1		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	344	3.0	0.9408	2.6734	0.2446	0.5659	0.00082	0.00189
5	64	3.0	0.8321	2.4219	0.1937	0.9225	0.00065	0.00308
4	102	3.0	0.7460	2.0119	0.3265	1.1239	0.00109	0.00375
3	141	3.0	0.6009	1.5124	0.4453	1.1995	0.00148	0.00400
2	180	3.0	0.4030	0.9793	0.4790	0.7520	0.00160	0.00251
1	219	3.7	0.1901	0.6451	0.4277	1.4515	0.00116	0.00392
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Pto. 2		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	370	3.0	0.8406	1.7954	0.0916	0.7880	0.00031	0.00263
5	73	3.0	0.7999	1.4452	0.1904	0.4424	0.00063	0.00147
4	111	3.0	0.7153	1.2486	0.3159	0.6719	0.00105	0.00224
3	150	3.0	0.5749	0.9500	0.4003	0.7740	0.00133	0.00258
2	189	3.0	0.3970	0.6060	0.4442	0.7567	0.00148	0.00252
1	228	3.7	0.1996	0.2697	0.4491	0.6068	0.00121	0.00164
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Pto. 3		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	6	3	0.8770	2.6709	0.1620	0.5733	0.00054	0.00191
5	5	3	0.8050	2.4161	0.0412	0.9385	0.00014	0.00313
4	5	3	0.7867	1.9990	0.3409	1.1275	0.00114	0.00376
3	4	3.0	0.6352	1.4979	0.4505	1.1538	0.00150	0.00385
2	3	3.0	0.4350	0.9851	0.4799	0.7873	0.00160	0.00262
1	2	3.7	0.2217	0.6352	0.4988	1.4292	0.00135	0.00386
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Pto. 4		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	371	3	0.8835	1.7946	0.0245	0.8075	0.00008	0.00269
5	24	3	0.8726	1.4357	0.1991	0.4268	0.00066	0.00142
4	82	3	0.7841	1.2460	0.3461	0.6703	0.00115	0.00223
3	121	3.0	0.6303	0.9481	0.4469	0.7688	0.00149	0.00256
2	160	3.0	0.4317	0.6064	0.4975	0.7441	0.00166	0.00248
1	199	3.7	0.2106	0.2757	0.4739	0.6203	0.00128	0.00168
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000





**Figura 23.** Distorsiones del Pabellón A2 en dirección X e Y - Sismo Severo

De las tablas y en la Figura 23 se observa que el Pabellón A2 cumple con los requerimientos de la norma sismorresistente para distorsiones en la dirección X. Sin embargo, se observa que en la dirección Y, las distorsiones de la demanda por sismo severo sobrepasan el límite fijado para la ocupación inmediata del hospital, diagnosticando el agrietamiento de tabiquería del establecimiento.

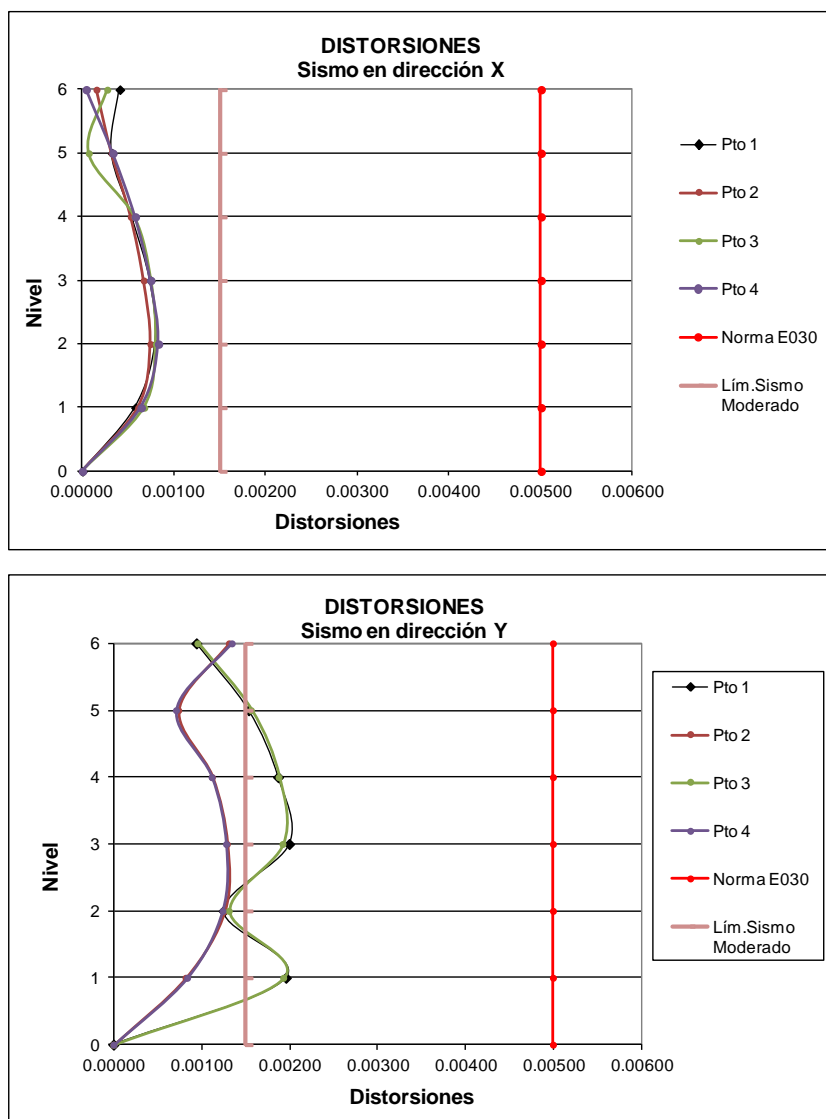
## SISMO MODERADO

Pto. 1		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	344	3.0	0.4704	1.3367	0.1223	0.283	0.00041	0.00094
5	64	3.0	0.4161	1.2110	0.0969	0.461	0.00032	0.00154
4	102	3.0	0.3730	1.0060	0.1632	0.562	0.00054	0.00187
3	141	3.0	0.3005	0.7562	0.2226	0.600	0.00074	0.00200
2	180	3.0	0.2015	0.4897	0.2395	0.376	0.00080	0.00125
1	219	3.7	0.0951	0.3226	0.2139	0.726	0.00058	0.00196
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	370	3.0	0.4203	0.8977	0.0458	0.394	0.00015	0.00131
5	73	3.0	0.4000	0.7226	0.0952	0.221	0.00032	0.00074
4	111	3.0	0.3577	0.6243	0.1580	0.336	0.00053	0.00112
3	150	3.0	0.2875	0.4750	0.2001	0.387	0.00067	0.00129
2	189	3.0	0.1985	0.3030	0.2221	0.378	0.00074	0.00126
1	228	3.7	0.0998	0.1349	0.2246	0.303	0.00061	0.00082
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	6	3.0	0.4385	1.3355	0.0810	0.287	0.00027	0.00096
5	5	3.0	0.4025	1.2081	0.0206	0.469	0.00007	0.00156
4	5	3.0	0.3934	0.9995	0.1704	0.564	0.00057	0.00188
3	4	3.0	0.3176	0.7490	0.2252	0.577	0.00075	0.00192
2	3	3.0	0.2175	0.4926	0.2400	0.394	0.00080	0.00131
1	2	3.7	0.1109	0.3176	0.2494	0.715	0.00067	0.00193
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
6	371	3.0	0.4418	0.8973	0.0123	0.404	0.00004	0.00135
5	24	3.0	0.4363	0.7179	0.0996	0.213	0.00033	0.00071
4	82	3.0	0.3921	0.6230	0.1730	0.335	0.00058	0.00112
3	121	3.0	0.3152	0.4741	0.2234	0.384	0.00074	0.00128
2	160	3.0	0.2159	0.3032	0.2487	0.372	0.00083	0.00124
1	199	3.7	0.1053	0.1379	0.2369	0.310	0.00064	0.00084
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000



**Figura 24.** Distorsiones del Pabellón A2 en dirección X e Y - Sismo Moderado

En el caso del sismo moderado, la estructura del Pabellón A2, muestra que en la dirección Y, las distorsiones sobrepasan el límite establecido de protección del contenido, por lo que bajo esta demanda sísmica el pabellón sufriría cierto nivel de agrietamiento en tabiques y muros.

### PABELLÓN B

El Pabellón B es una edificación aporricada de un piso que se encuentra con frente a la Av. Bolívar, y posee muros en ambas direcciones en la parte interior combinados con pórticos.

A continuación se presentan la respuesta sísmica en términos de deformaciones y distorsiones de entrepiso:

**VISTA EN PLANTA DE PUNTOS DE CONTROL**

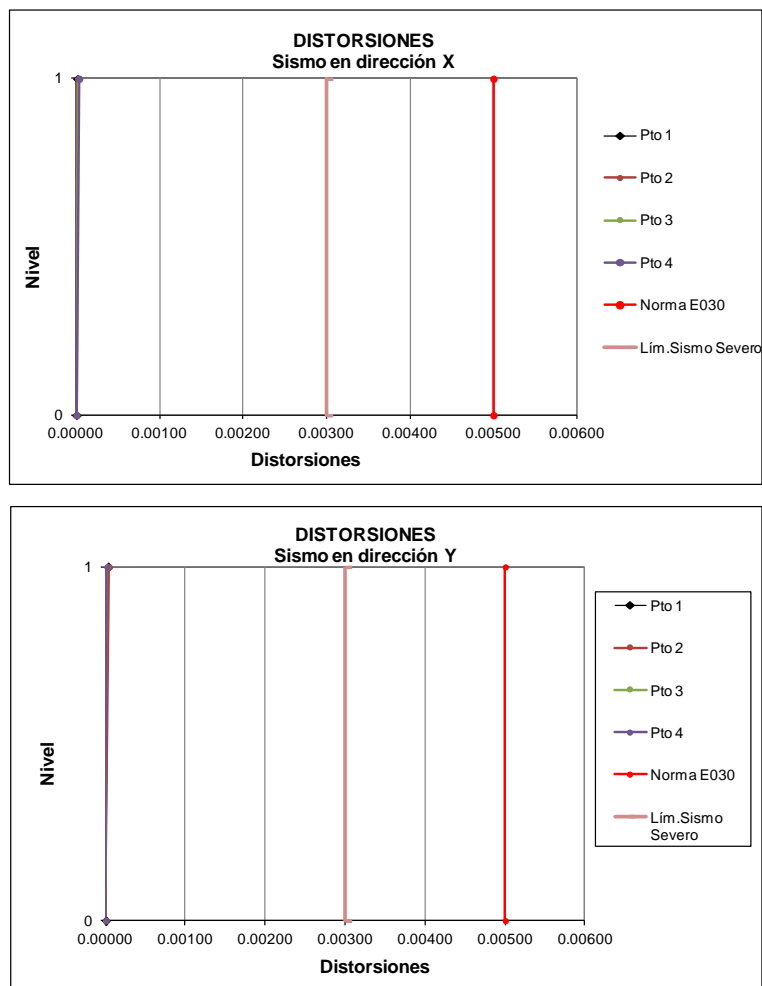
**SISMO SEVERO**

<b>Pto. 1</b>		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
1	123	3.0	0.0016	0.0040	0.0036	0.0090	0.00001	0.00003
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

<b>Pto. 2</b>		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
1	151	3.0	0.0017	0.0059	0.0038	0.0133	0.00001	0.00004
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

<b>Pto. 3</b>		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
1	91	3.0	0.0033	0.0019	0.0074	0.0043	0.00002	0.00001
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

<b>Pto. 4</b>		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
1	12	3.0	0.0042	0.0019	0.0095	0.0043	0.00003	0.00001
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000



**Figura 25.** Distorsiones del Pabellón B en dirección X e Y - Sismo Severo

De las tablas mostradas se observa que este el pabellón B es bastante rígido debido a la presencia de muros en ambas direcciones. Esto puede comprobarse al observar la Figura 25, donde se aprecia la poca distorsión existente en esta estructura en ambas direcciones.

### SISMO MODERADO

Pto. 1		3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
1	123	3.7	0.0008	0.0020	0.0018	0.005	0.00000	0.00001
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2		3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
1	151	3.7	0.0009	0.0030	0.0019	0.007	0.00001	0.00002
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3		3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
1	91	3.7	0.0017	0.0010	0.0037	0.002	0.00001	0.00001
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4		3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
1	12	3.7	0.0021	0.0010	0.0047	0.002	0.00001	0.00001
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Como se observa en la Tabla y en la Figura 26, para la demanda sísmica de sismo moderado, este pabellón tiene gran rigidez en ambas direcciones y su respuesta sísmica está muy por debajo de los límites para protección del contenido y de la norma sísmica NTE-E030, hecho que sería valorado como una operatividad inmediata para este pabellón B en caso de sismo moderado.

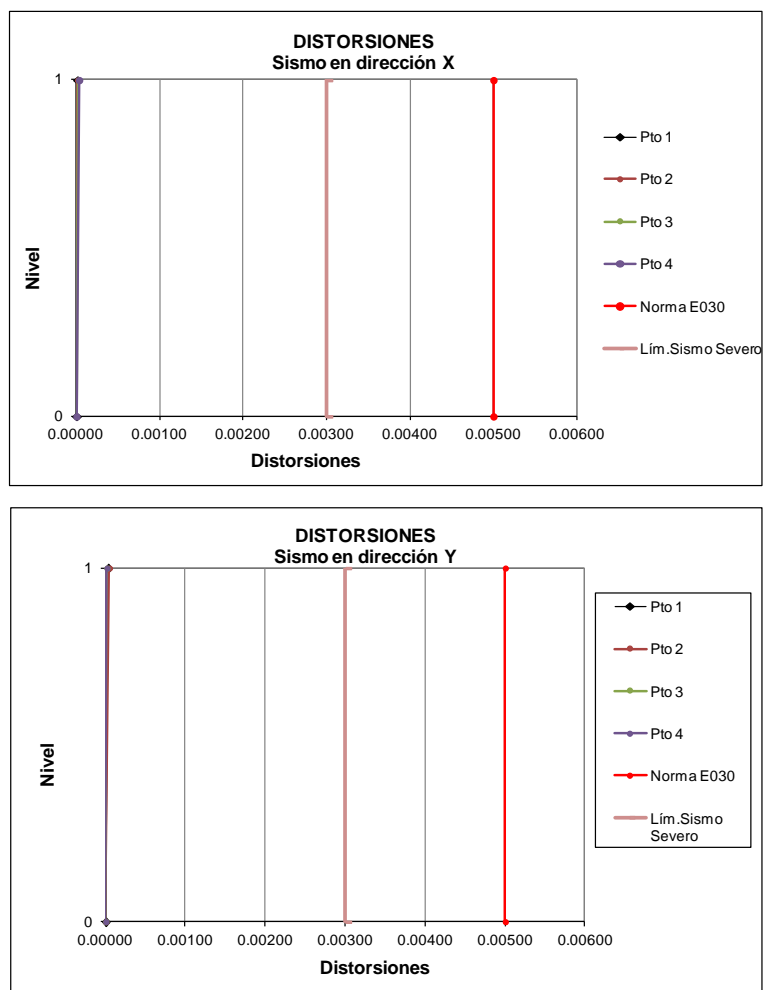
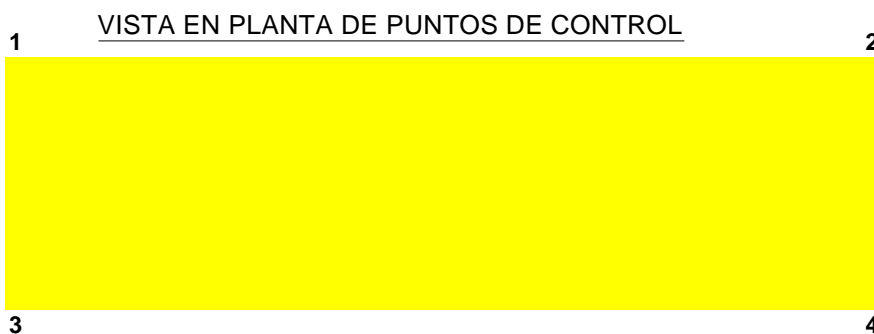


Figura 26. Distorsiones del Pabellón B en dirección X e Y - Sismo Moderado

**PABELLÓN C**

Este pabellón es una estructura de tres pisos con sistema estructural de pórticos en ambas direcciones y posee muros de relleno en ambas direcciones. A continuación se presenta la respuesta sísmica de esta estructura frente a las sollicitaciones de sismo severo y sismo moderado.



## SISMO SEVERO

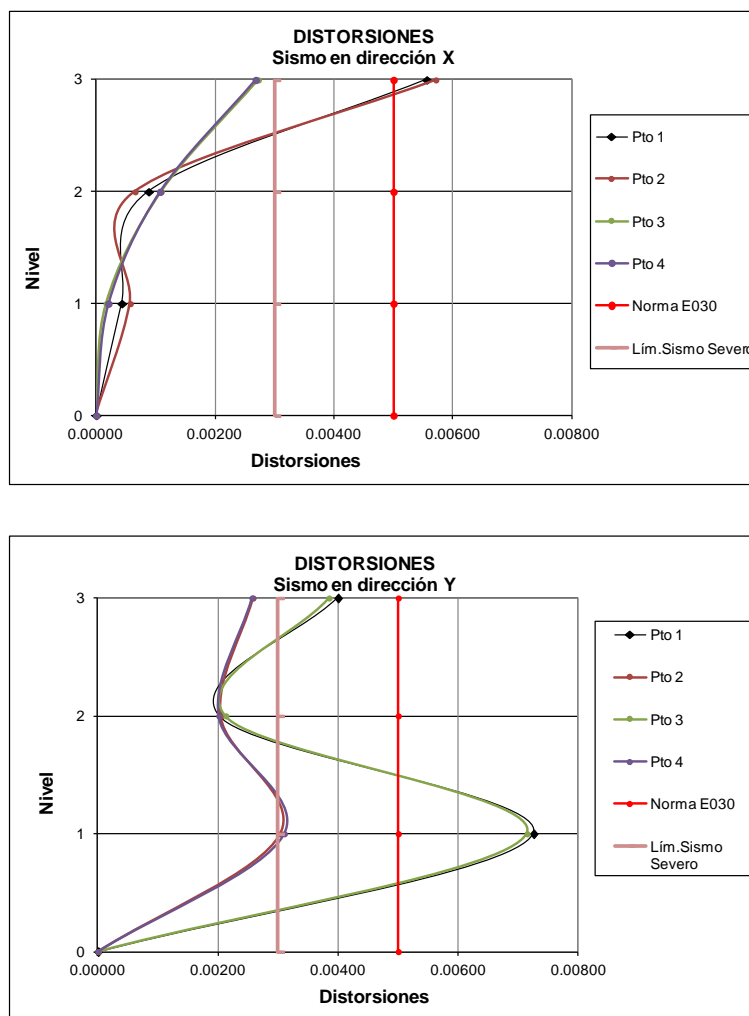
<b>Pto. 1</b>		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ -x (-)	$\psi$ -y (-)
3	248	3.0	0.9241	1.5124	1.6675	1.1995	0.00556	0.00400
2	360	3.7	0.1830	0.9793	0.3258	0.7520	0.00088	0.00203
1	388	2.0	0.0382	0.6451	0.0860	1.4515	0.00043	0.00726
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

<b>Pto. 2</b>		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ -x (-)	$\psi$ -y (-)
3	330	3.0	0.9199	0.9500	1.7134	0.7740	0.00571	0.00258
2	361	3.7	0.1584	0.6060	0.2419	0.7567	0.00065	0.00205
1	389	2.0	0.0509	0.2697	0.1145	0.6068	0.00057	0.00303
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

<b>Pto. 3</b>		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ -x (-)	$\psi$ -y (-)
3	12	3.0	0.5582	1.4979	0.8183	1.1538	0.00273	0.00385
2	11	3.7	0.1945	0.9851	0.4043	0.7873	0.00109	0.00213
1	10	2.0	0.0148	0.6352	0.0333	1.4292	0.00017	0.00715
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

<b>Pto. 4</b>		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ -x (-)	$\psi$ -y (-)
3	303	3.0	0.5524	0.9481	0.8046	0.7688	0.00268	0.00256
2	15	3.7	0.1948	0.6064	0.3974	0.7441	0.00107	0.00201
1	14	2.0	0.0182	0.2757	0.0410	0.6203	0.00020	0.00310
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000





**Figura 27.** Distorsiones del Pabellón C en dirección X e Y - Sismo Severo

De las tablas de demanda por sismo severo y la Figura 27 donde se presenta la respuesta sísmica de la edificación en ambas direcciones puede leerse que para la demanda sísmica en X el último nivel supera ligeramente el límite de distorsión para ocupación inmediata y protección del contenido. Sin embargo en el caso de la dirección Y, el primer nivel experimenta grandes distorsiones incluso superiores al límite de protección de los ocupantes de la NTE-030, hecho que señala la existencia de una debilidad estructural en este primer nivel, lo que demandaría un reforzamiento del Pabellón C.

## SISMO MODERADO

Pto. 1	R= 3		0.5		Desplazamientos		Distorsiones		
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
3	248		3.0	0.4621	0.7562	0.8337	0.600	0.00278	0.00200
2	360		3.0	0.0915	0.4897	0.1629	0.376	0.00054	0.00125
1	388		3.7	0.0191	0.3226	0.0430	0.726	0.00012	0.00196
0	0		0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones		
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
3	330		3.0	0.4600	0.4750	0.8567	0.387	0.00286	0.00129
2	361		3.0	0.0792	0.3030	0.1209	0.378	0.00040	0.00126
1	389		3.7	0.0255	0.1349	0.0573	0.303	0.00015	0.00082
0	0		0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones		
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
3	12		3.0	0.2791	0.7490	0.4092	0.577	0.00136	0.00192
2	11		3.0	0.0973	0.4926	0.2022	0.394	0.00067	0.00131
1	10		3.7	0.0074	0.3176	0.0167	0.715	0.00005	0.00193
0	0		0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones		
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
3	303		3.0	0.2762	0.4741	0.4023	0.384	0.00134	0.00128
2	15		3.0	0.0974	0.3032	0.1987	0.372	0.00066	0.00124
1	14		3.7	0.0091	0.1379	0.0205	0.310	0.00006	0.00084
0	0		0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

En caso de la ocurrencia de un sismo moderado, se tendría una respuesta en la cual el tercer nivel en la dirección X y el primer nivel en la dirección Y experimentarían fisuración inicial en sus muros de tabiquería y en los muros de albañilería que cierran los vanos de los pórticos de concreto. La Figura 28 muestra la debilidad en la dirección Y en el piso 3 y piso 1.

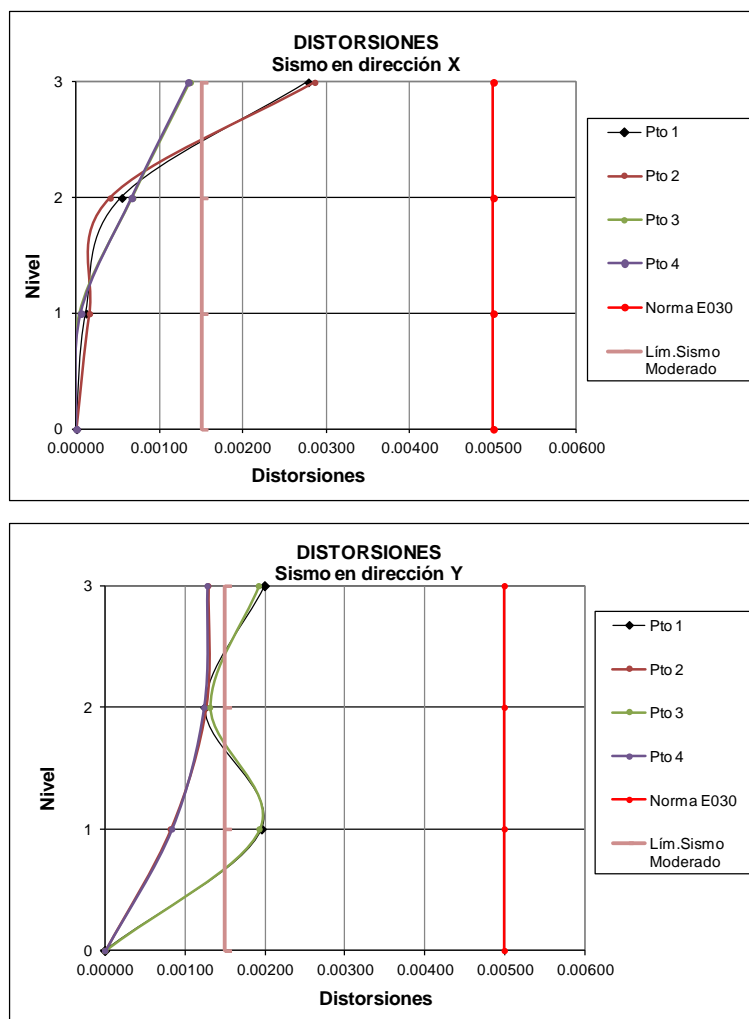
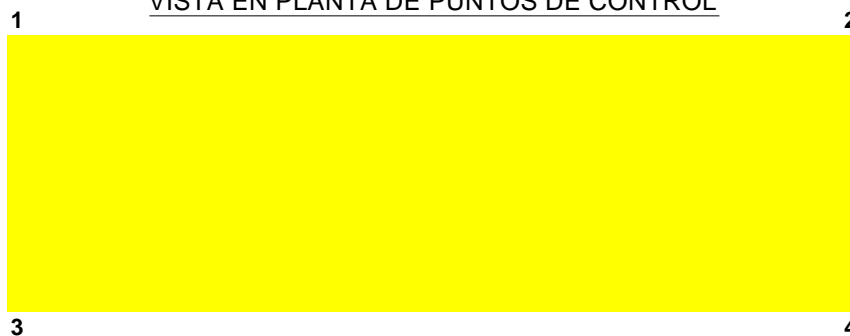


Figura 28. Distorsiones del Pabellón C en dirección X e Y - Sismo Moderado

### PABELLÓN D

Este pabellón D es de tres pisos, similar al pabellón C, con la diferencia que posee un piso adicional con una estructura ligera a base de paneles de fibro cemento y techo de calamina. A continuación se presenta la respuesta sísmica para sismo severo y sismo moderado.

#### VISTA EN PLANTA DE PUNTOS DE CONTROL



### SISMO SEVERO

Pto. 1		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
4	986	2.90	1.2276	0.8111	1.1968	0.0720	0.00413	0.00025
3	480	2.95	0.6957	0.7791	0.4165	0.3492	0.00141	0.00118
2	434	3.45	0.5106	0.6239	0.7891	0.6748	0.00229	0.00196
1	388	2.95	0.1599	0.3240	0.3598	0.7290	0.00122	0.00247
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Pto. 2		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
4	528	2.90	1.2276	0.7677	1.1968	0.1024	0.00413	0.00035
3	484	2.95	0.6957	0.7222	0.4165	0.3281	0.00141	0.00111
2	438	3.45	0.5106	0.5764	0.7891	0.5848	0.00229	0.00170
1	392	2.95	0.1599	0.3165	0.3598	0.7121	0.00122	0.00241
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Pto. 3		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
4	964	2.90	1.4171	0.8111	0.4853	0.0720	0.00167	0.00025
3	102	2.95	1.2014	0.7791	0.5101	0.3267	0.00173	0.00111
2	101	3.45	0.9747	0.6339	1.3514	0.6973	0.00392	0.00202
1	99	2.95	0.3741	0.3240	0.8417	0.7290	0.00285	0.00247
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

Pto. 4		R = 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
4	97	2.90	1.4171	0.7677	0.4853	0.1024	0.00167	0.00035
3	439	2.95	1.2014	0.7222	0.5101	0.3281	0.00173	0.00111
2	393	3.45	0.9747	0.5764	1.3514	0.5850	0.00392	0.00170
1	100	2.95	0.3741	0.3164	0.8417	0.7119	0.00285	0.00241
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00000	0.00000

En la Figura 29 se presenta la demanda sísmica por sismo severo en término de la distorsión de entrepiso, utilizando cuatro puntos de control perimetral del edificio. Se muestra las distorsiones encontradas y el límite de la norma NTE-030 y el límite para asegurar la protección del contenido y que también protege la tabiquería del edificio. Puede leerse que en la dirección X, la distorsión supera el límite de protección del contenido, debido a lo cual se espera agrietamientos en muros para el sismo severo.

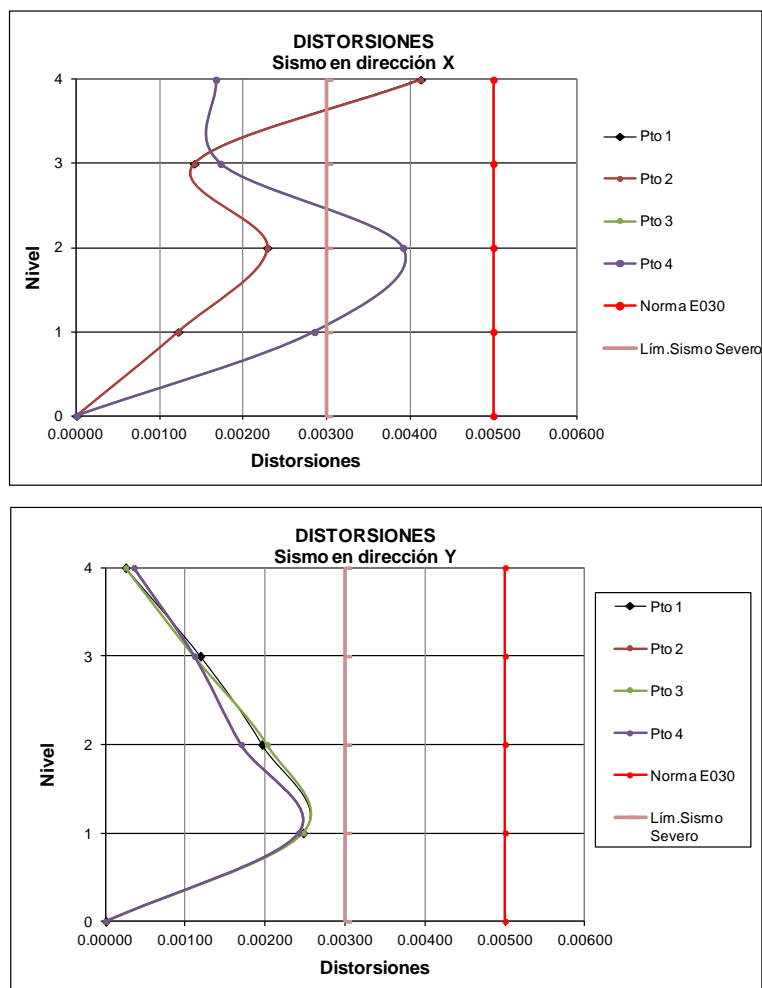


Figura 29. Distorsiones del Pabellón D en dirección X e Y - Sismo Severo

## SISMO MODERADO

Pto. 1		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
4	986	3.0	0.6138	0.4056	0.5984	0.036	0.00199	0.00012
3	480	3.0	0.3479	0.3896	0.2082	0.175	0.00069	0.00058
2	434	3.0	0.2553	0.3120	0.3945	0.337	0.00132	0.00112
1	388	3.7	0.0800	0.1620	0.1799	0.365	0.00049	0.00099
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
4	528	3.0	0.6138	0.3839	0.5984	0.051	0.00199	0.00017
3	484	3.0	0.3479	0.3611	0.2082	0.164	0.00069	0.00055
2	438	3.0	0.2553	0.2882	0.3945	0.292	0.00132	0.00097
1	392	3.7	0.0800	0.1583	0.1799	0.356	0.00049	0.00096
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
4	964	3.0	0.7086	0.4056	0.2427	0.036	0.00081	0.00012
3	102	3.0	0.6007	0.3896	0.2550	0.163	0.00085	0.00054
2	101	3.0	0.4874	0.3170	0.6757	0.349	0.00225	0.00116
1	99	3.7	0.1871	0.1620	0.4209	0.365	0.00114	0.00099
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
4	97	3.0	0.7086	0.3839	0.2427	0.051	0.00081	0.00017
3	439	3.0	0.6007	0.3611	0.2550	0.164	0.00085	0.00055
2	393	3.0	0.4874	0.2882	0.6757	0.293	0.00225	0.00098
1	100	3.7	0.1871	0.1582	0.4209	0.356	0.00114	0.00096
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

En la Figura 30 se muestran las distorsiones alcanzadas bajo un sismo moderado en la estructura, encontrándose que se produciría una fisuración inicial de la tabiquería de presentarse sismos moderados, lo que demandaría un refuerzo de la estructura en la dirección X.

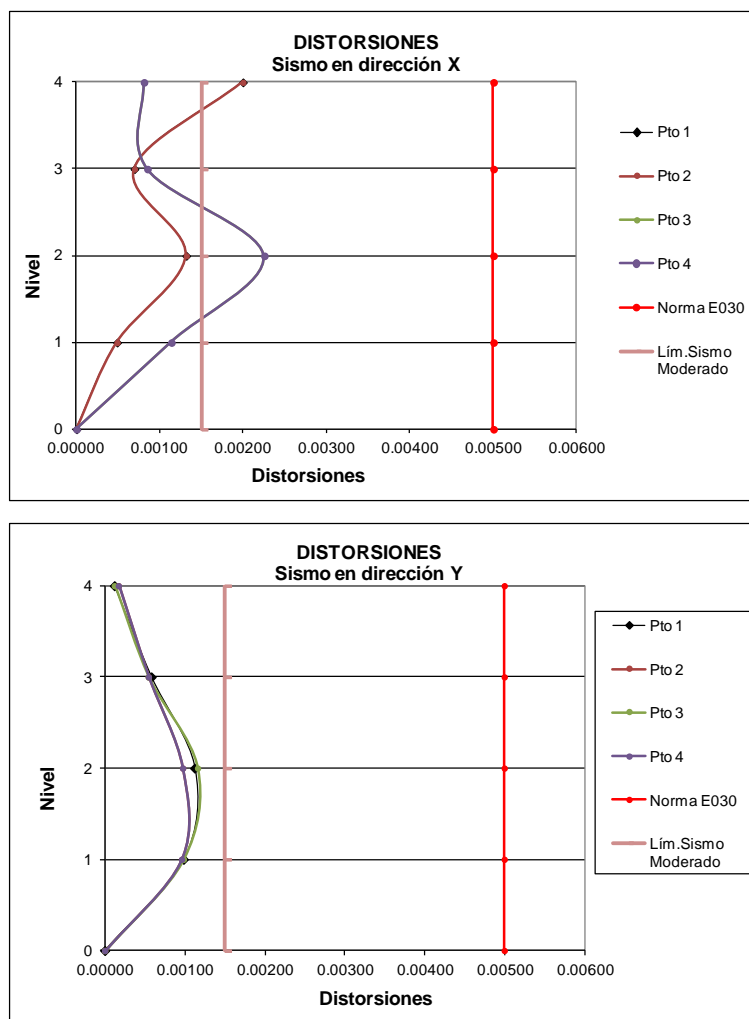
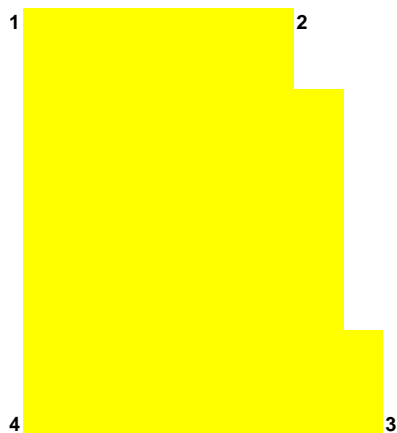


Figura 30. Distorsiones del Pabellón D en dirección X e Y - Sismo Moderado

## PABELLÓN E

El Pabellón E es una estructura de dos pisos que posee un piso blando en el primer nivel donde existen columnas y dos muros, mientras que en el segundo piso se ha desarrollado una ampliación con un sistema aporticado y una esquina se ha construido con paneles de yeso cemento. A continuación se presentan la respuesta sísmica para el sismo moderado y el sismo severo:

VISTA EN PLANTA DE PUNTOS DE CONTROL



SISMO SEVERO

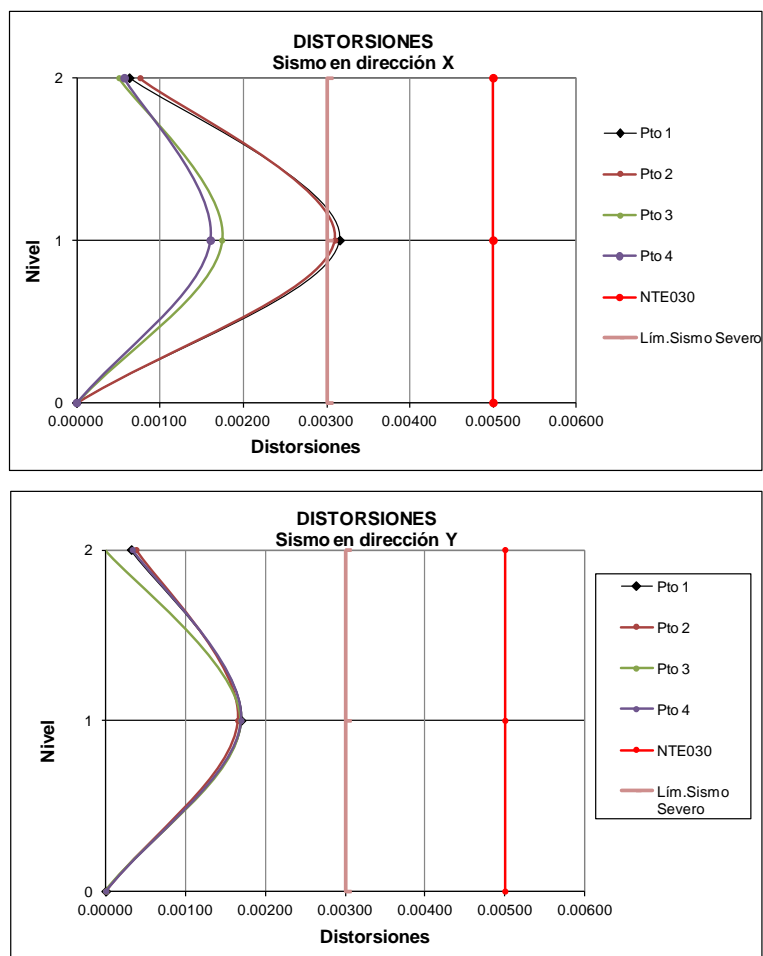
Pto. 1		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
2	64	3.0	0.5056	0.2686	0.1899	0.096	0.00063	0.00032
1	63	3.0	0.4212	0.2261	0.9477	0.509	0.00316	0.00170
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
2	43	3.0	0.5151	0.2709	0.2288	0.114	0.00076	0.00038
1	38	3.0	0.4134	0.2204	0.9302	0.496	0.00310	0.00165
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
2	226	3.0	0.3004	0.2250	0.1528	-0.001	0.00051	0.00000
1	27	3.0	0.2325	0.2255	0.5231	0.507	0.00174	0.00169
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
2	24	3.0	0.2906	0.2701	0.1719	0.099	0.00057	0.00033
1	21	3.0	0.2142	0.2259	0.4820	0.508	0.00161	0.00169
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000





**Figura 31.** Distorsiones del Pabellón E en dirección X e Y - Sismo Severo

En la Tabla se presenta las distorsiones en los puntos de control en los pisos de la edificación. La Figura 31 presenta las distorsiones de respuesta para un sismo severo, de esta figura puede leerse que en la dirección X la distorsión se encuentra en el límite de protección del contenido, mientras que en la dirección Y las distorsiones se encuentran muy por debajo de los límites.

### SISMO MODERADO

Pto. 1	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones		
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi_{i-x}$ (-)	$\psi_{i-y}$ (-)
	2	20337	3.0	0.2528	0.1343	0.0950	0.048	0.00032	0.00016
	1	20316	3.0	0.2106	0.1131	0.4739	0.254	0.00158	0.00085
	0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones		
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi_{i-x}$ (-)	$\psi_{i-y}$ (-)
	2	498	3.0	0.2576	0.1355	0.1144	0.057	0.00038	0.00019
	1	497	3.0	0.2067	0.1102	0.4651	0.248	0.00155	0.00083
	0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones		
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi_{i-x}$ (-)	$\psi_{i-y}$ (-)
	2	742	3.0	0.1502	0.1125	0.0764	-0.001	0.00025	0.00000
	1	741	3.0	0.1163	0.1128	0.2616	0.254	0.00087	0.00085
	0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones		
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi_{i-x}$ (-)	$\psi_{i-y}$ (-)
	2	705	3.5	0.1453	0.1351	0.0860	0.050	0.00025	0.00014
	1	704	4.0	0.1071	0.1130	0.2410	0.254	0.00060	0.00064
	0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Las Tablas precedentes y la Figura 32 presentan la respuesta sísmica debida al sismo moderado. Puede observarse que en el caso del Pabellón E, se ha encontrado que en ambas direcciones las distorsiones se encuentran por debajo del límite de la norma sísmica NTE-E030 y del límite propuesto para la protección del contenido y operatividad inmediata de la estructura del hospital.

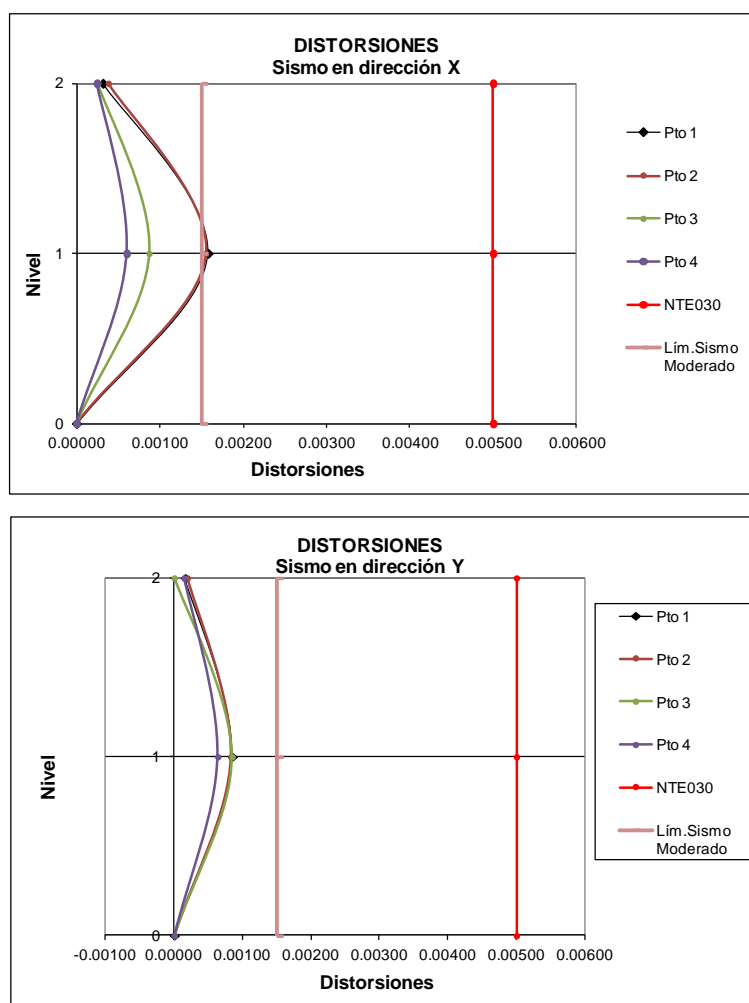
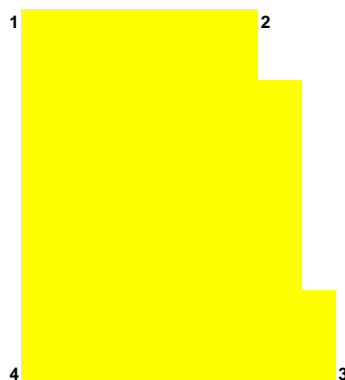


Figura 32. Distorsiones del Pabellón E en dirección X e Y - Sismo Moderado

### PABELLÓN F

El Pabellón F es una estructura relativamente nueva en comparación con las edificaciones del hospital, que cuenta con tres pisos y con sistema estructural de pórticos con placas y muros de relleno. Se presenta la respuesta sísmica para el sismo severo en la tabla siguiente y en la Figura 33 se presenta la respuesta sísmica para el sismo severo en ambas direcciones. Aquí puede observarse que para el segundo y tercer piso existen distorsiones que superan del límite para proteger la operatividad y contenido, pero se encuentra por debajo del límite de la norma sísmica NTE-E030. En el tercer piso de esta estructura existirían agrietamientos debido a la distorsión excesiva.

## VISTA EN PLANTA DE PUNTOS DE CONTROL


**SISMO SEVERO**

Pto. 1	R= 3			Desplazamientos		Distorsiones			
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
	3	24	3.0	0.8944	0.8424	0.7288	0.983	0.00243	0.00328
	2	23	3.0	0.5705	0.4054	1.0085	0.737	0.00336	0.00246
	1	22	2.0	0.1223	0.0777	0.2752	0.175	0.00138	0.00087
	0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2	R= 3			Desplazamientos		Distorsiones			
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
	3	143	3.0	0.8931	1.1100	0.7241	1.512	0.00241	0.00504
	2	142	3.0	0.5713	0.4381	0.9884	0.742	0.00329	0.00247
	1	139	2.0	0.1320	0.1082	0.2970	0.243	0.00149	0.00122
	0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3	R= 3			Desplazamientos		Distorsiones			
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
	3	153	3.0	0.6196	1.0874	0.8838	1.412	0.00295	0.00471
	2	49	3.0	0.2268	0.4597	0.4552	0.896	0.00152	0.00299
	1	151	2.0	0.0245	0.0615	0.0551	0.138	0.00028	0.00069
	0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4	R= 3			Desplazamientos		Distorsiones			
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
	3	54	3.0	0.6195	0.9918	0.7778	1.338	0.00259	0.00446
	2	53	3.0	0.2738	0.3970	0.5598	0.709	0.00187	0.00236
	1	52	2.0	0.0250	0.0818	0.0563	0.184	0.00028	0.00092
	0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

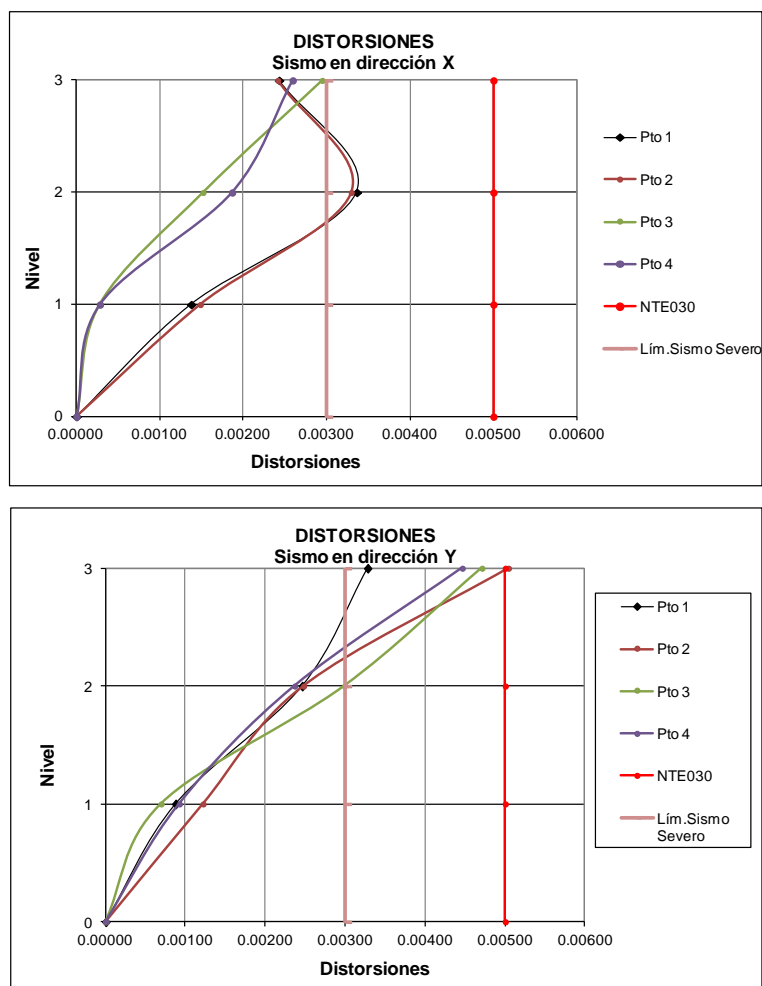


Figura 33. Distorsiones del Pabellón F en dirección X e Y - Sismo Severo

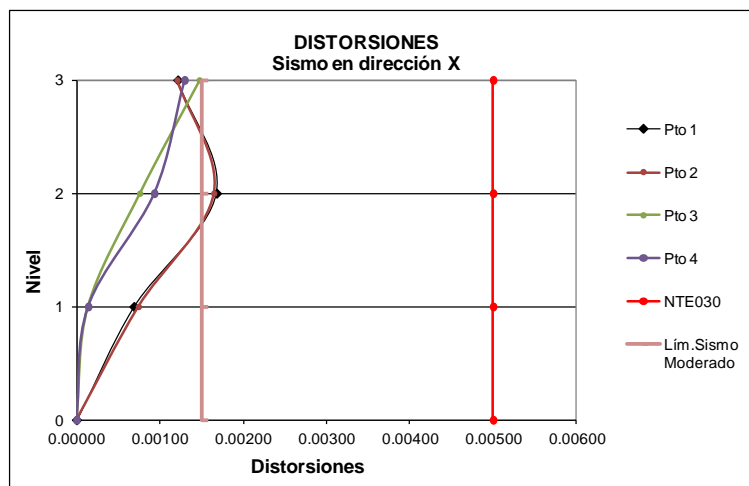
### SISMO MODERADO

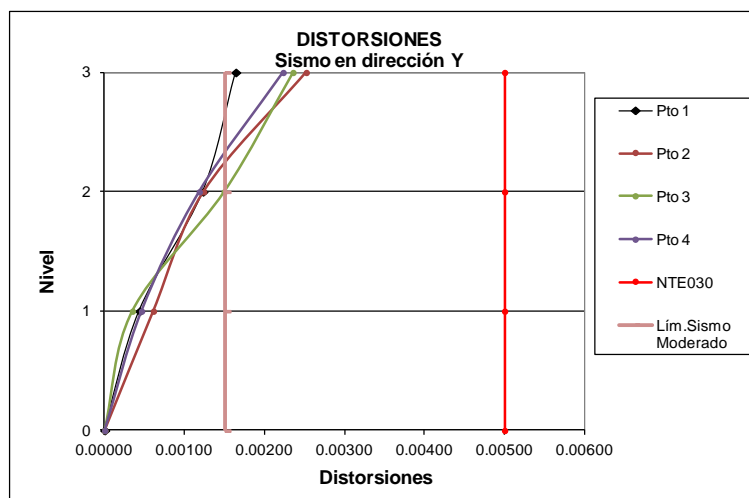
Pto. 1		R= 3			0.5		Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)		
3		3.0	0.4472	0.4212	0.3644	0.492	0.00121	0.00164		
2	20337	3.0	0.2853	0.2027	0.5042	0.369	0.00168	0.00123		
1	20316	2.0	0.0612	0.0389	0.1376	0.087	0.00069	0.00044		
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000		

Pto. 2		R= 3					Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)		
3		3.0	0.4466	0.5550	0.3621	0.756	0.00121	0.00252		
2	498	3.0	0.2857	0.2191	0.4942	0.371	0.00165	0.00124		
1	497	2.0	0.0660	0.0541	0.1485	0.122	0.00074	0.00061		
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000		

Pto. 3		R= 3					Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)		
3		3.0	0.3098	0.5437	0.4419	0.706	0.00147	0.00235		
2	742	3.0	0.1134	0.2299	0.2276	0.448	0.00076	0.00149		
1	741	2.0	0.0123	0.0308	0.0276	0.069	0.00014	0.00035		
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000		

Pto. 4		R= 3					Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)		
3		3.0	0.3098	0.4959	0.3889	0.669	0.00130	0.00223		
2	705	3.0	0.1369	0.1985	0.2799	0.355	0.00093	0.00118		
1	704	2.0	0.0125	0.0409	0.0281	0.092	0.00014	0.00046		
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000		





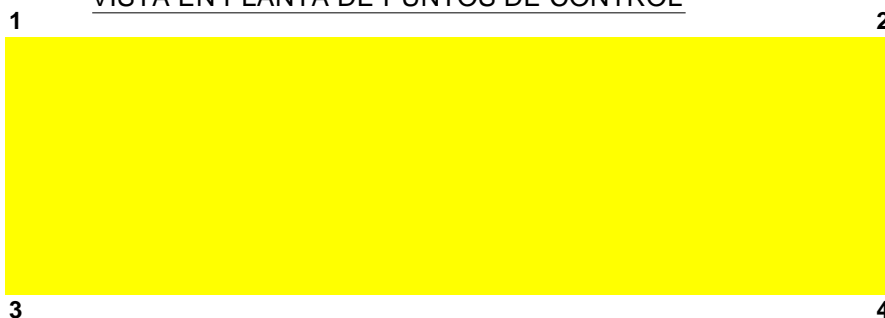
**Figura 34.** Distorsiones del Pabellón F en dirección X e Y - Sismo Moderado

La Tabla precedente y la Figura 34 presenta la respuesta sísmica por sismo moderado en la pabellón F, para las direcciones X e Y respectivamente. Puede leerse del grafico que distorsión en nivel 3 supera ligeramente el límite de protección de la tabiquería y contenidos, esperándose pocos daños en caso de sismo moderado.

### PABELLÓN H

Este pabellón cuenta con un sistema estructural aporticado con muros de albañilería de relleno en ambas direcciones. A continuación se presentan las tablas y gráficos con la respuesta sísmica por sismo severo y sismo moderado en término de las distorsiones de entrepiso, utilizando cuatro puntos de control perimetrales.

#### VISTA EN PLANTA DE PUNTOS DE CONTROL



## SISMO SEVERO

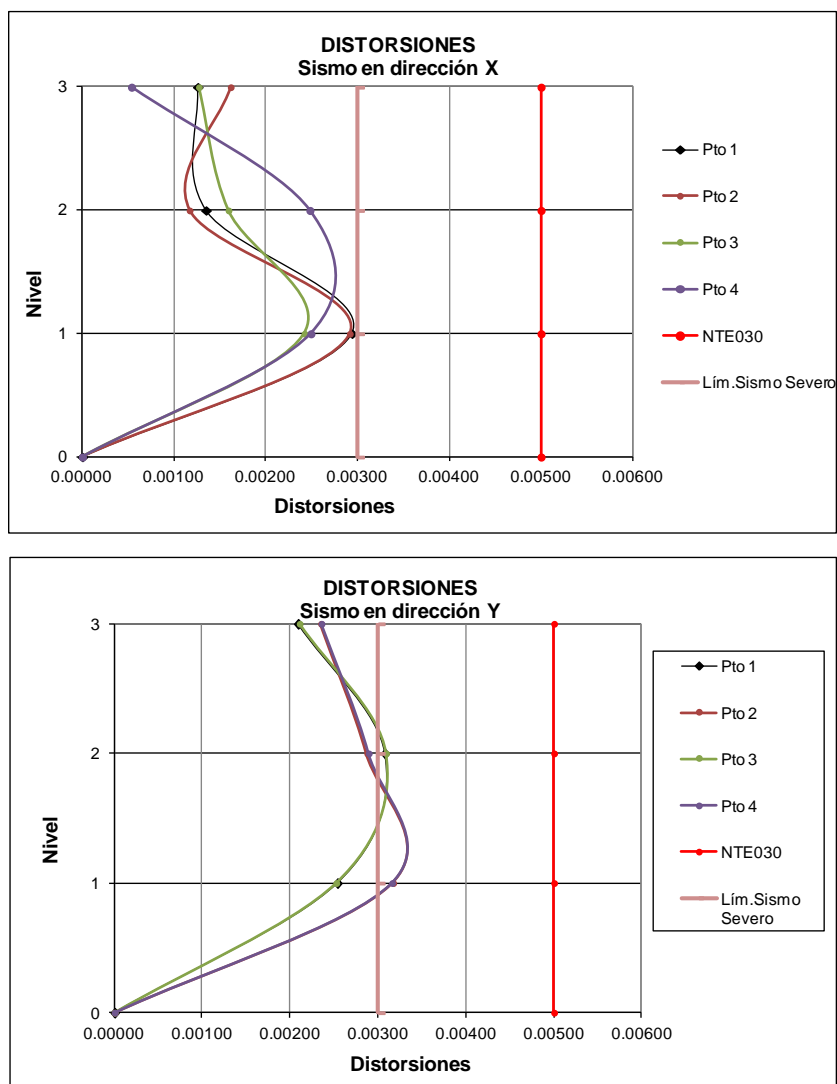
Pto. 1		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
3	22510	3.5	0.9278	1.2537	0.4403	0.731	0.00126	0.00209
2	20337	3.5	0.7321	0.9290	0.4716	1.076	0.00135	0.00307
1	20316	4.0	0.5225	0.4507	1.1756	1.014	0.00294	0.00254
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
3	495	3.5	0.9516	1.3755	0.5659	0.822	0.00162	0.00235
2	498	3.5	0.7001	1.0103	0.4091	1.006	0.00117	0.00287
1	497	4.0	0.5183	0.5634	1.1662	1.268	0.00292	0.00317
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
3	743	3.5	0.8758	1.2560	0.4446	0.737	0.00127	0.00210
2	742	3.5	0.6782	0.9286	0.5576	1.081	0.00159	0.00309
1	741	4.0	0.4304	0.4483	0.9684	1.009	0.00242	0.00252
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4		R= 3			Desplazamientos		Distorsiones	
Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)	$\psi$ i-y (-)
3	706	3.5	0.9120	1.3770	0.1874	0.824	0.00054	0.00235
2	705	3.5	0.8287	1.0109	0.8681	1.012	0.00248	0.00289
1	704	4.0	0.4429	0.5612	0.9965	1.263	0.00249	0.00316
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000





**Figura 35.** Distorsiones del Pabellón H en dirección X e Y - Sismo Severo

Las tablas precedentes muestran los valores de las distorsiones máximas halladas para una demanda de sismos severo. En la Figura 35 se puede leer que las distorsiones en la dirección X se encuentran prácticamente en el límite de protección del contenido y operatividad, mientras que en la dirección Y, se ha encontrado que la demanda sísmica supera ligeramente el límite, hecho que diagnosticaría que en un sismo severo se genere cierto nivel de agrietamiento inicial en esta edificación.

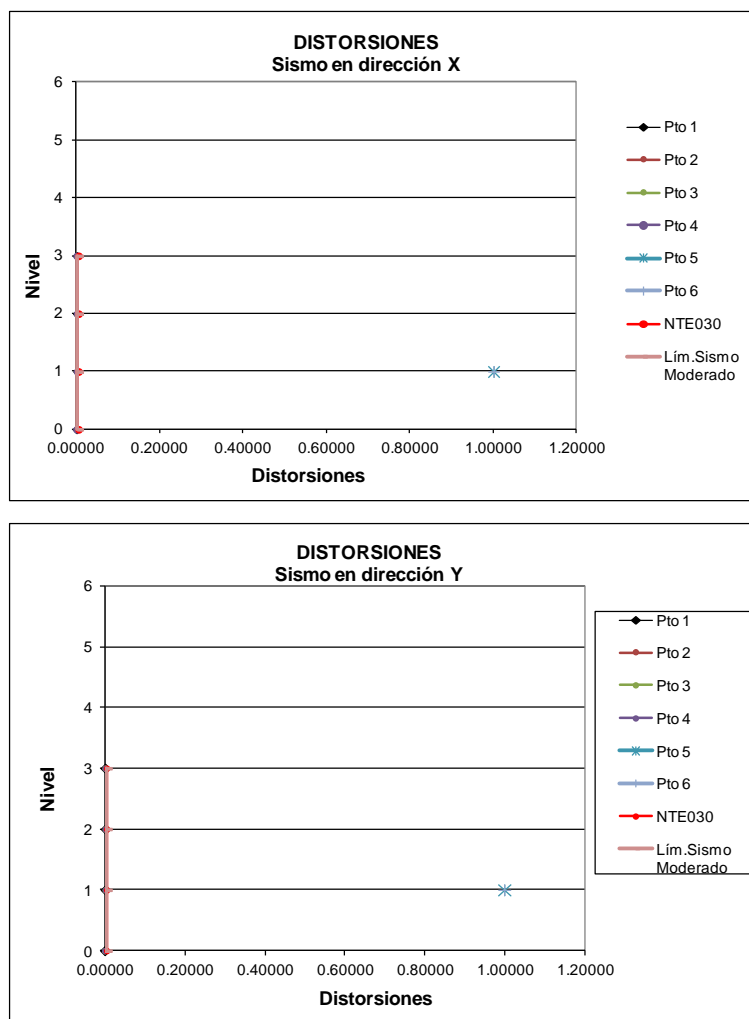
### SISMO MODERADO

Pto. 1	R= 3		0.5		Desplazamientos		Distorsiones	
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)
3	22510	3.5	0.4639	0.6269	0.2202	0.365	0.00063	0.00104
2	20337	3.5	0.3661	0.4645	0.2358	0.538	0.00067	0.00154
1	20316	4.0	0.2613	0.2254	0.5878	0.507	0.00147	0.00127
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 2	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones	
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)
3	495	3.5	0.4758	0.6878	0.2829	0.411	0.00081	0.00117
2	498	3.5	0.3501	0.5052	0.2045	0.503	0.00058	0.00144
1	497	4.0	0.2592	0.2817	0.5831	0.634	0.00146	0.00158
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 3	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones	
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)
3	743	3.5	0.4379	0.6280	0.2223	0.368	0.00064	0.00105
2	742	3.5	0.3391	0.4643	0.2788	0.540	0.00080	0.00154
1	741	4.0	0.2152	0.2242	0.4842	0.504	0.00121	0.00126
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000

Pto. 4	R= 3				Desplazamientos		Distorsiones	
	Nivel	Nudo	Hi (Altura de Piso) (m)	Ue-x (cm)	Ue-y (cm)	Ui-x (cm)	Ui-y (cm)	$\psi$ i-x (-)
3	706	3.5	0.4560	0.6885	0.0937	0.412	0.00027	0.00118
2	705	3.5	0.4144	0.5055	0.4340	0.506	0.00124	0.00145
1	704	4.0	0.2215	0.2806	0.4983	0.631	0.00125	0.00158
0	0	0.0	0.0000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.0000



**Figura 36.** Distorsiones del Pabellón H en dirección X e Y - Sismo Moderado

En las tablas anteriormente mostradas y en la Figura 36 se muestra la respuesta sísmica para un sismo moderado en el edificio del pabellón F. Aquí se puede leer que las distorsiones generadas por este sismo moderado se encuentran por debajo de los límites de protección del contenido y operatividad.

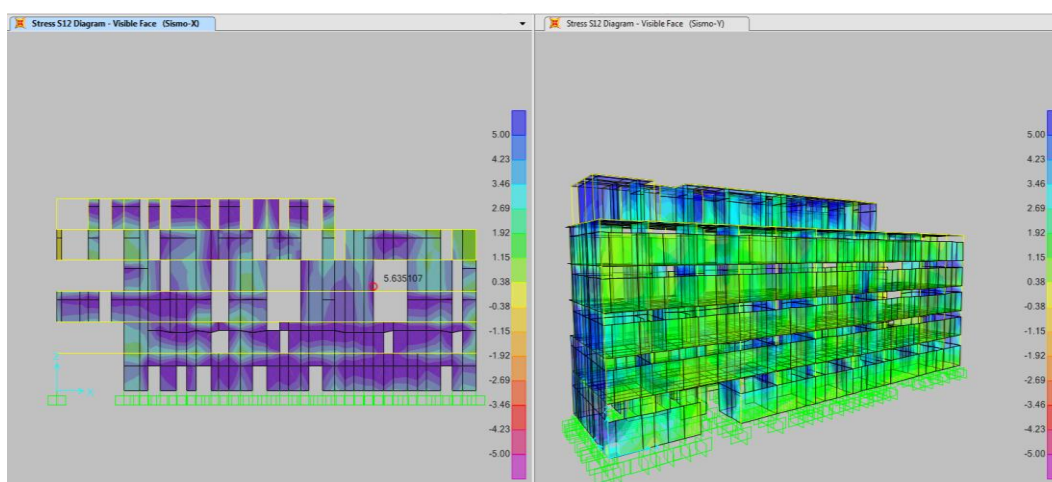
#### 5.4. Cuantificación del estado de los elementos estructurales y daño inducido

##### PABELLÓN A1

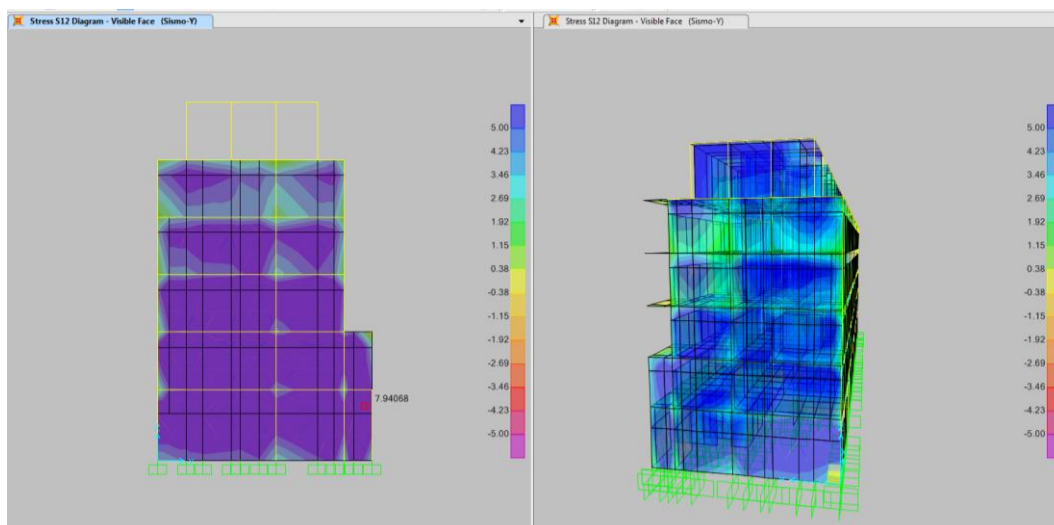
Para determinar el estado de los elementos estructurales, se ha tomado en cuenta los esfuerzos de corte de los elementos de albañilería de los bloques a evaluar.

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

Para el Pabellón A1, el esfuerzo cortante máximo encontrado por sismo severo es de  $5.63\text{kg/cm}^2$  en la dirección X-X. Este valor es mayor al esfuerzo resistente para la albañilería de aproximadamente  $2.5\text{kg/cm}^2$  de acuerdo a la NTE-E070 del RNE, por lo que en sismo severo los muros sufrirían agrietamientos considerables.



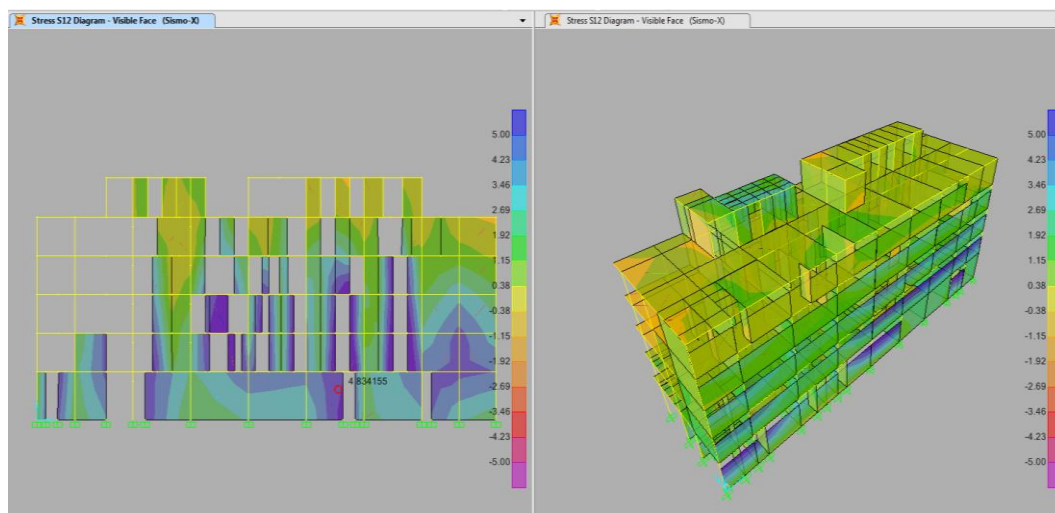
**Figura 37.** Esfuerzo de corte máximo del bloque A1 sismo severo X.



**Figura 38.** Esfuerzo de corte máximo del bloque A1 sismo severo Y.

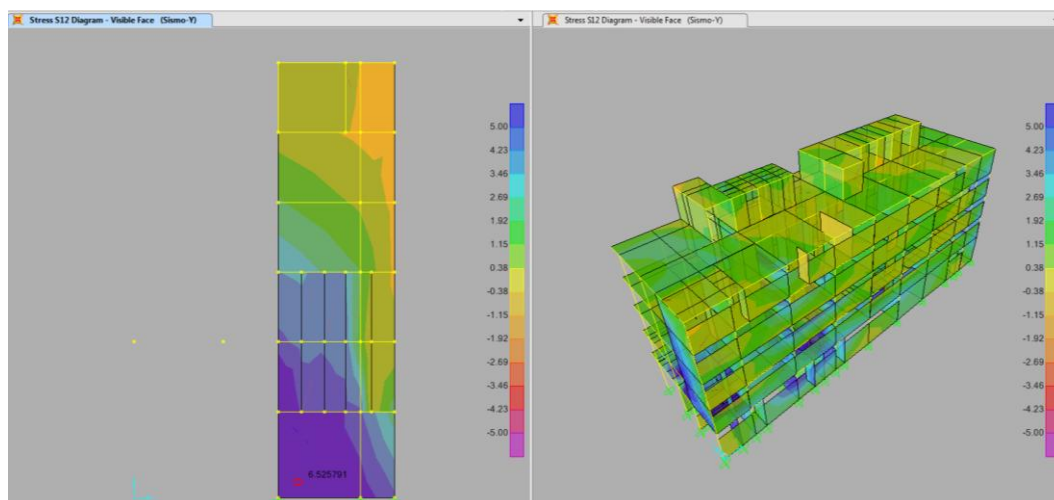
Ante la presencia de un sismo severo en la dirección Y, el Pabellón A1 experimentaría esfuerzos del orden de  $7.94 \text{ kg/cm}^2$ , valor muy superior al esfuerzo resistente de la albañilería de  $2.5 \text{ kg/cm}^2$ , diagnosticándose un agrietamiento severo bajo un sismo severo en esta edificación.

## PABELLÓN A2



**Figura 39.** Esfuerzo de corte máximo del bloque A2 sismo severo X.

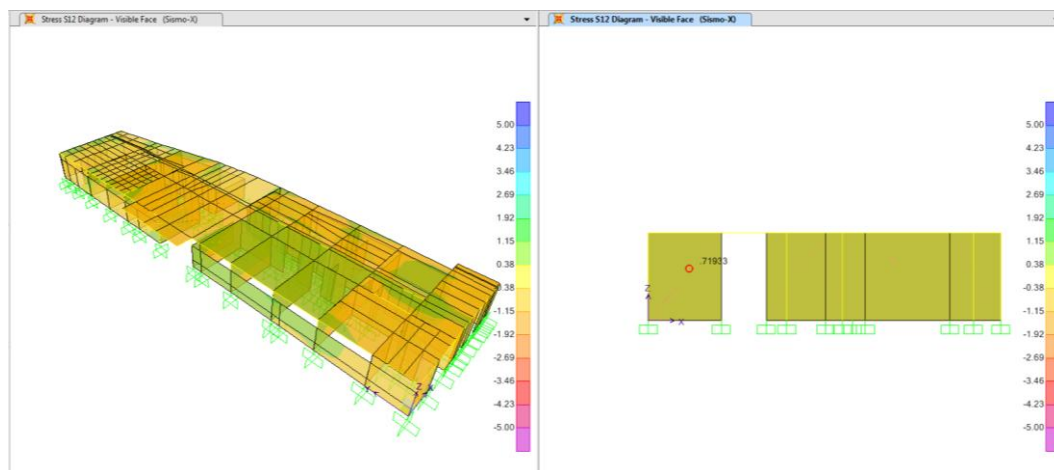
La Figura 39 muestra los esfuerzos de corte para una demanda de sismo severo en la dirección X, donde se ha encontrado que el Pabellón A2 experimentaría esfuerzos del orden de  $4.83 \text{ kg/cm}^2$ , valor muy superior al esfuerzo resistente de la albañilería de  $2.5 \text{ kg/cm}^2$ , diagnosticándose un agrietamiento severo bajo un sismo severo en esta edificación.



**Figura 40.** Esfuerzo de corte máximo del bloque A2 sismo severo Y.

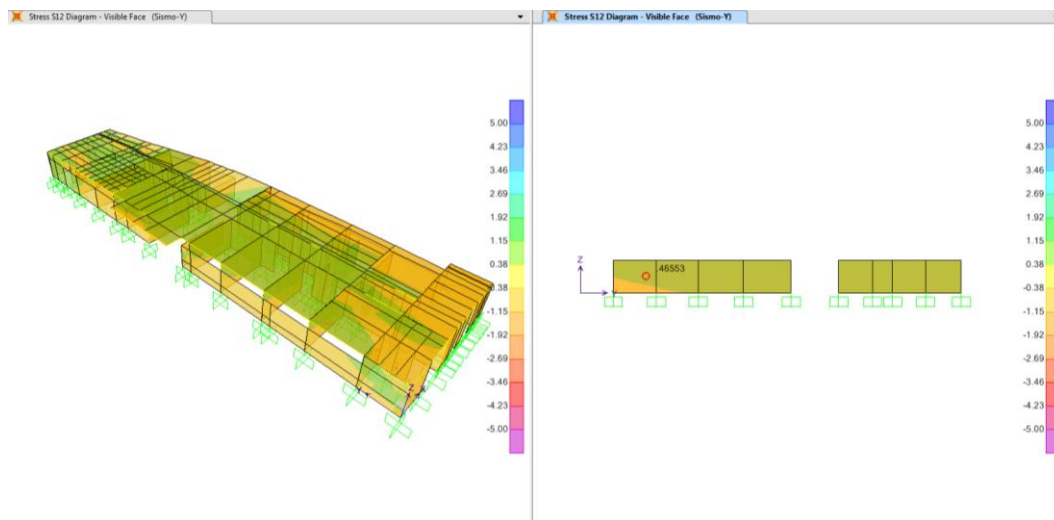
Asimismo en la Figura 40 se presenta la respuesta sísmica por demanda severa en la dirección Y, donde se ha encontrado esfuerzos del orden de  $6.52 \text{ kg/cm}^2$ , valor muy superior a la resistencia de la albañilería ( $2.5 \text{ kg/cm}^2$ ), presentándose agrietamientos en la mampostería.

## PABELLÓN B



**Figura 41.** Esfuerzo de corte máximo del bloque B sismo severo X.

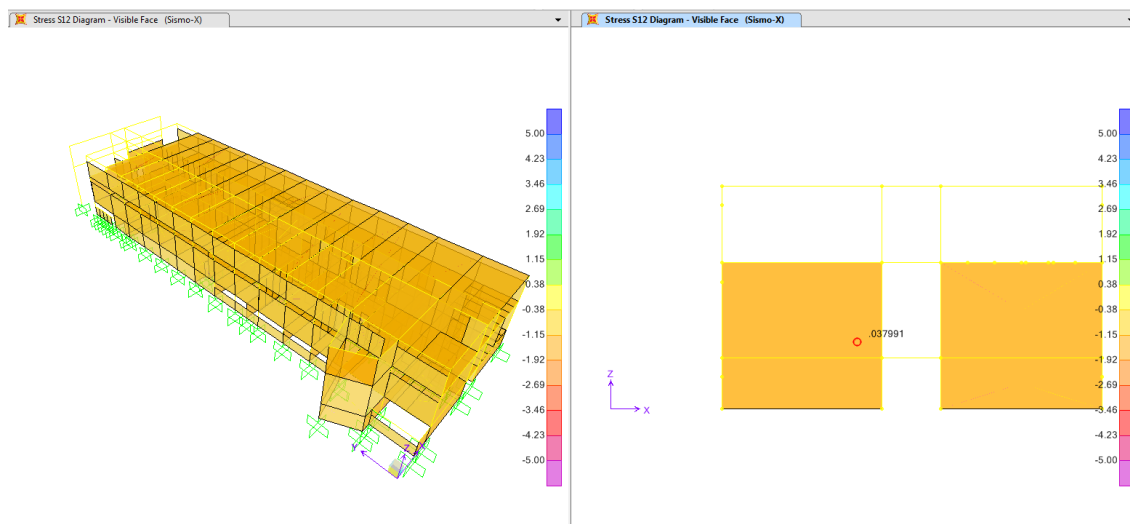
La Figura 41 muestra los esfuerzos de corte para una demanda de sismo severo en la dirección X, donde se ha encontrado que el Pabellón A2 experimentaría esfuerzos del orden de  $0.71 \text{ kg/cm}^2$ , valor muy inferior al esfuerzo resistente de la albañilería de  $2.5 \text{ kg/cm}^2$ , diagnosticándose que no existiría agrietamiento bajo un sismo severo en esta edificación.



**Figura 42.** Esfuerzo de corte máximo del bloque B sismo severo Y.

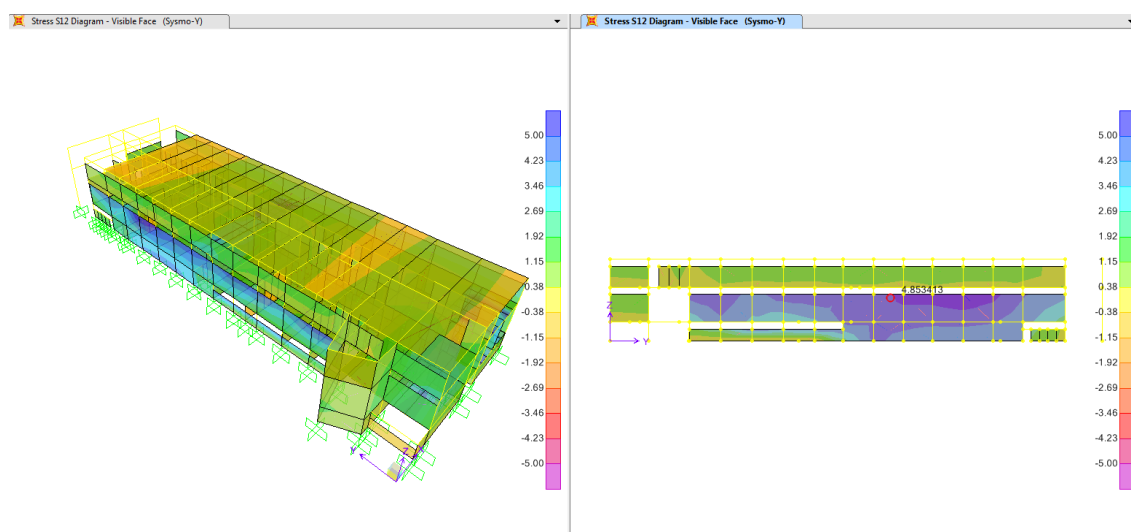
La Figura 42 presenta los esfuerzos de corte en la dirección Y, los que son del orden de  $0.45 \text{ kg/cm}^2$ , valor muy por debajo del resistente ( $2.5 \text{ kg/cm}^2$ ). Bajo esta demanda no existen problemas con los muros del pabellón B.

### PABELLÓN C



**Figura 43.** Esfuerzo de corte máximo del bloque C sismo severo X.

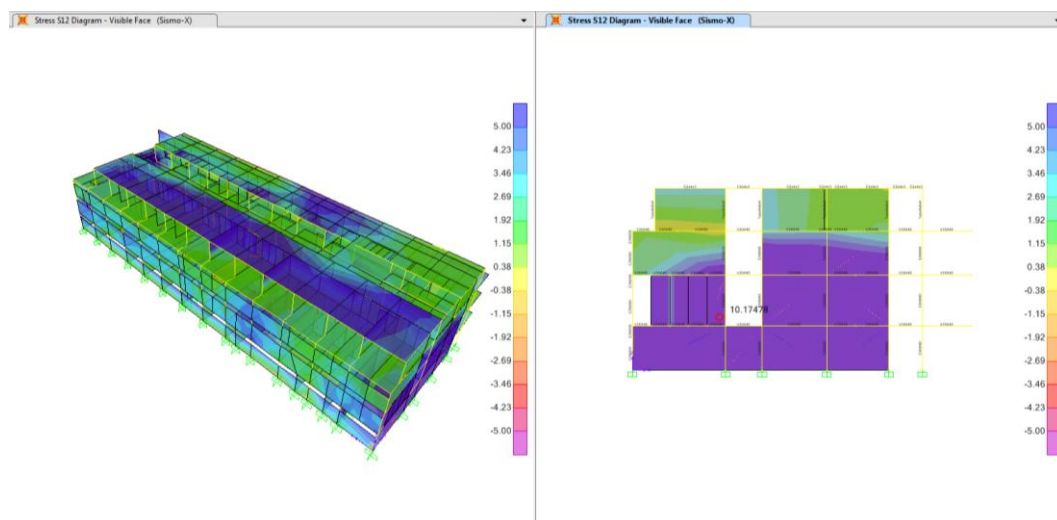
En la Figura 43 se presenta la demanda de esfuerzo de corte en la dirección X por sismo severo, donde puede leerse que los esfuerzos de corte por demanda sísmica son del orden de  $0.07 \text{ kg/cm}^2$  valor muy por debajo de la resistencia al corte de la albañilería ( $2.5 \text{ kg/cm}^2$ ), lo que nos indicaría que no habría problemas en la protección de la tabiquería.



**Figura 44.** Esfuerzo de corte máximo del bloque C sismo severo Y.

Se presenta en la Figura 44 la respuesta a nivel de esfuerzos de corte por sismo severo en los muros, pudiéndose leer que existen esfuerzos de  $4.85 \text{ kg/cm}^2$ , superiores a la resistencia, lo que originaría daño en esta dirección por acción sísmica en los muros.

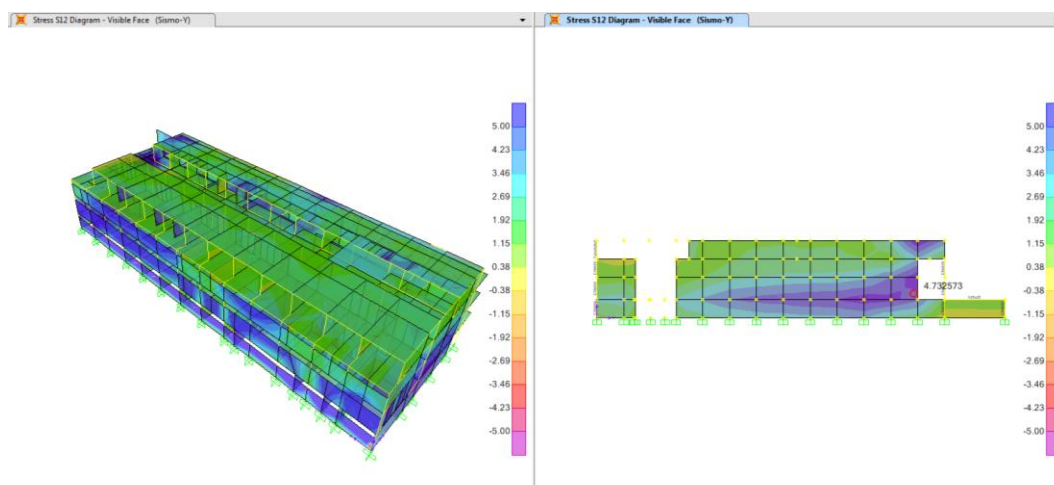
## PABELLÓN D



**Figura 45.** Esfuerzo de corte máximo del bloque D sismo severo X.

Se presenta en la Figura 45 la respuesta a nivel de esfuerzos de corte por sismo severo en los muros, pudiéndose leer que existen esfuerzos de  $10.17 \text{ kg/cm}^2$ , superiores a la resistencia, lo que originaría daño en esta dirección por acción sísmica en los muros.

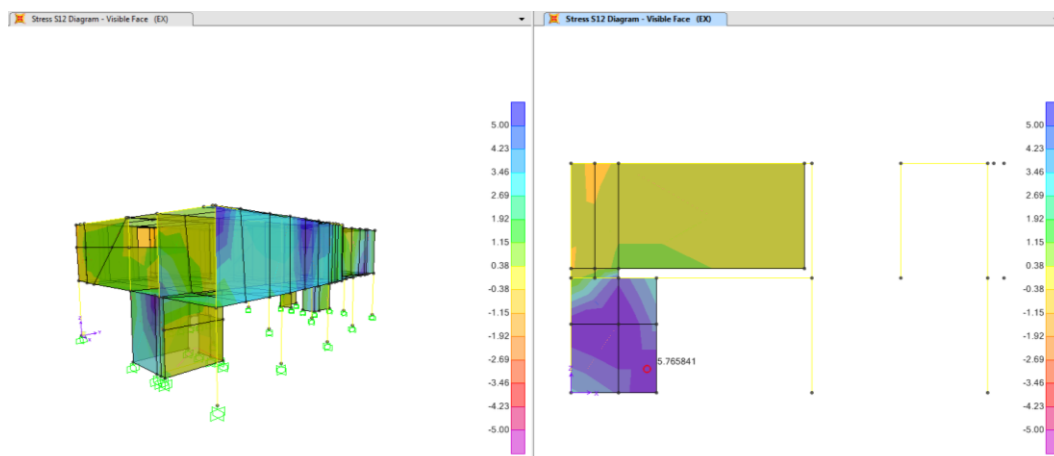




**Figura 46.** Esfuerzo de corte máximo del bloque D sismo severo Y.

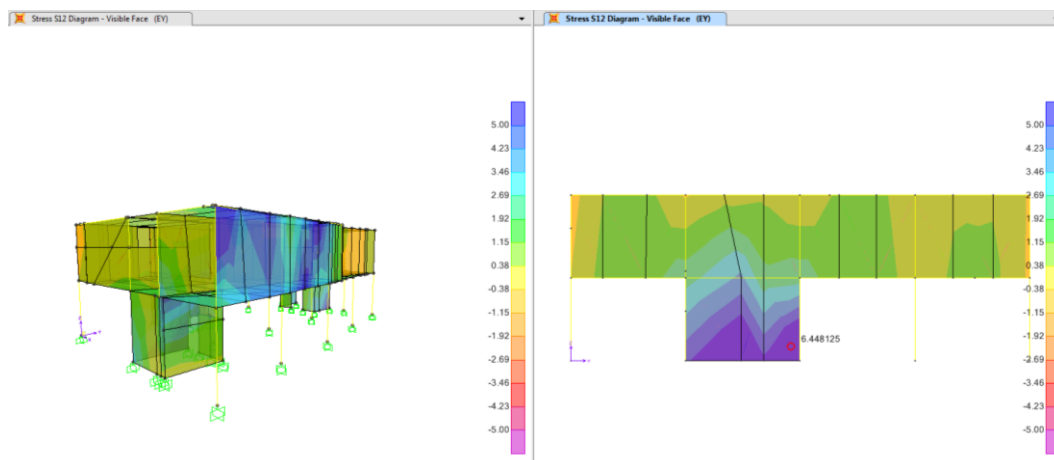
En la Figura 46 se muestra la respuesta a nivel de esfuerzos de corte por sismo severo en los muros, pudiéndose leer que existen esfuerzos de  $4.73 \text{ kg/cm}^2$ , superiores a la resistencia, lo que originaría daño en esta dirección por acción sísmica en los muros.

## PABELLÓN E



**Figura 47.** Esfuerzo de corte máximo del bloque E sismo severo X.

Se presenta en la Figura 47 la respuesta a nivel de esfuerzos de corte por sismo severo en los muros, pudiéndose leer que existen esfuerzos de  $5.76 \text{ kg/cm}^2$ , superiores a la resistencia de los muros ( $2.5 \text{ kg/cm}^2$ ), lo que originaría daño en esta dirección X por acción sísmica en los muros.

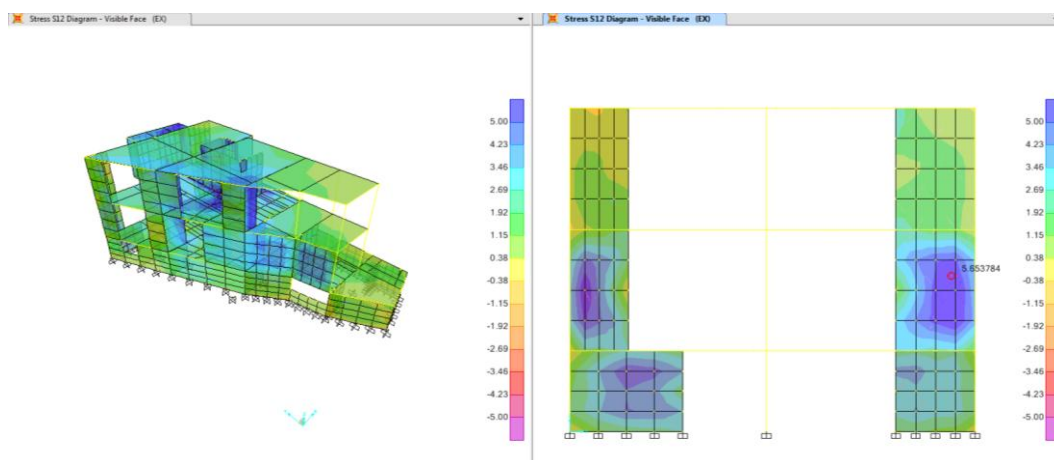


**Figura 48.** Esfuerzo de corte máximo del bloque E sismo severo Y.

Igualmente en la Figura 48 se muestra los esfuerzos de corte en la dirección Y con valores de  $6.44 \text{ kg/cm}^2$ , valor superior a la resistencia de la albañilería ( $2.5 \text{ kg/cm}^2$ ), lo que ocasionaría daño en los tabiques y muros.

## PABELLÓN F

En la Figura 49 se presentas los esfuerzos generados por el sismo severo en la dirección X, donde se encontraron esfuerzos del orden de  $5.65 \text{ kg/cm}^2$  en placas de concreto, valor por debajo de la resistencia por corte en el concreto ( $6.80 \text{ kg/cm}^2$ ). Igualmente Figura 50 se muestran los esfuerzos de corte para el sismo en la dirección Y donde los esfuerzos en las placas de concreto son del orden de  $6.54 \text{ kg/cm}^2$ , valor por debajo de la resistencia en corte del concreto.



**Figura 49.** Esfuerzo de corte máximo del bloque F sismo severo X.

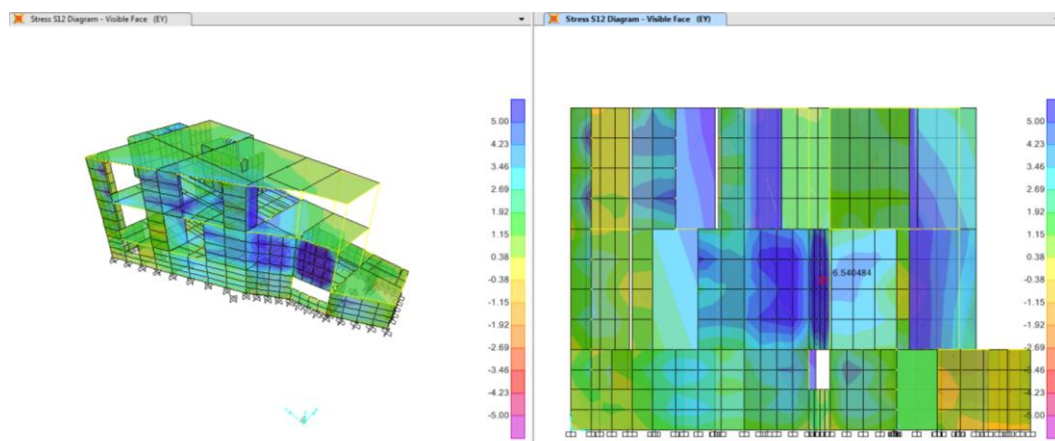


Figura 50. Esfuerzo de corte máximo del bloque F sismo severo Y.

## PABELLÓN H

El Pabellón H es una estructura de pórticos de concreto con muros de albañilería de relleno, así como existe la presencia de columnas cortas en su perímetro. La Figura 51 presenta los esfuerzos de corte en los muros de albañilería debido a una demanda en la dirección X por sismo severo. Se encontró que los esfuerzos producidos por la demanda son del orden de  $7.19 \text{ kg/cm}^2$ , valor muy superior a la resistencia de la albañilería ( $2.5 \text{ kg/cm}^2$ ), por lo que se espera daño en la tabiquería en este pabellón por efecto del sismo severo.

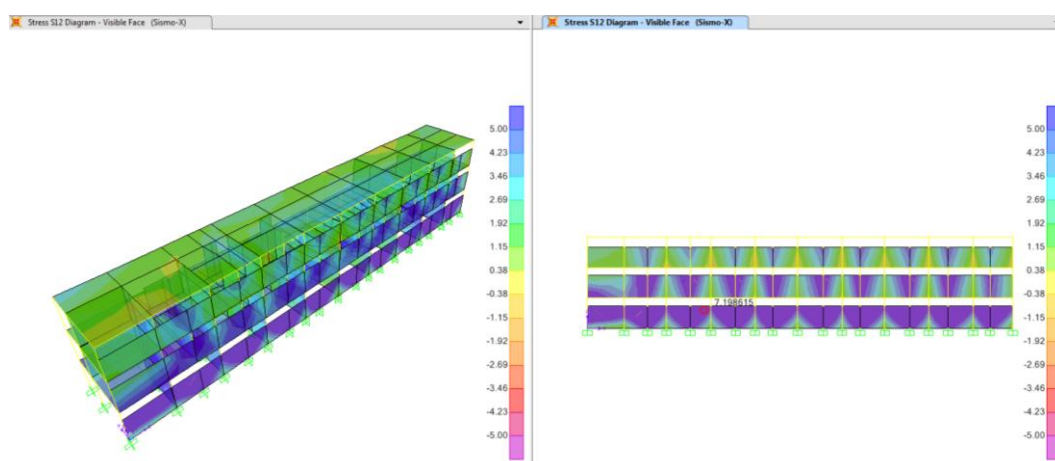
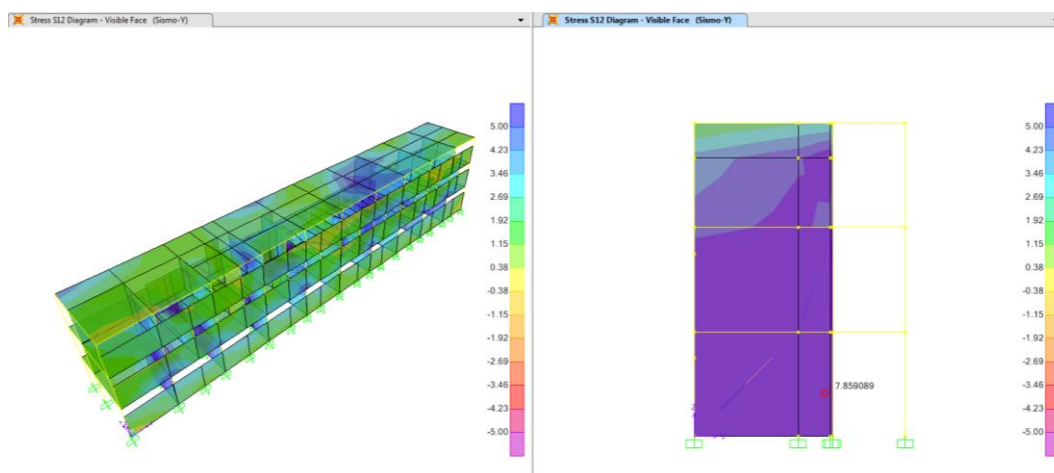


Figura 51. Esfuerzo de corte máximo del bloque H sismo severo X.



**Figura 52.** Esfuerzo de corte máximo del bloque H sismo severo Y.

La Figura 52 presenta los esfuerzos de corte generados por el sismo severo en la dirección Y. Aquí se encontró que los esfuerzos en los muros de mampostería, se encuentran en el orden de  $7.85 \text{ kg/cm}^2$ , valor muy por encima de la resistencia de la albañilería por corte ( $2.5 \text{ kg/cm}^2$ ), hecho que provocaría fisuración en los muros ante sismo severo.

### 5.5. Determinación de la Resistencia de la Estructura.

Para la determinación de la resistencia sísmica de la estructura, se ha considerado un mecanismo de falla tipo panel considerando la formación de rotulas plásticas en la columnas, y acompañado del agrietamiento de la albañilería de debido al cortante de sismo severo.

#### PABELLÓN A1

En la Figura 53 se presenta la comparación entre la demanda de sismo severo contra la capacidad del cortante de la estructura. Puede leerse que el cortante de demanda de demanda sísmica severa se encuentra muy por debajo de la resistencia de la estructura. En el caso de la demanda por sismo moderado, la demanda es mucho menor que la resistencia, tal como lo muestra la Figura 54.

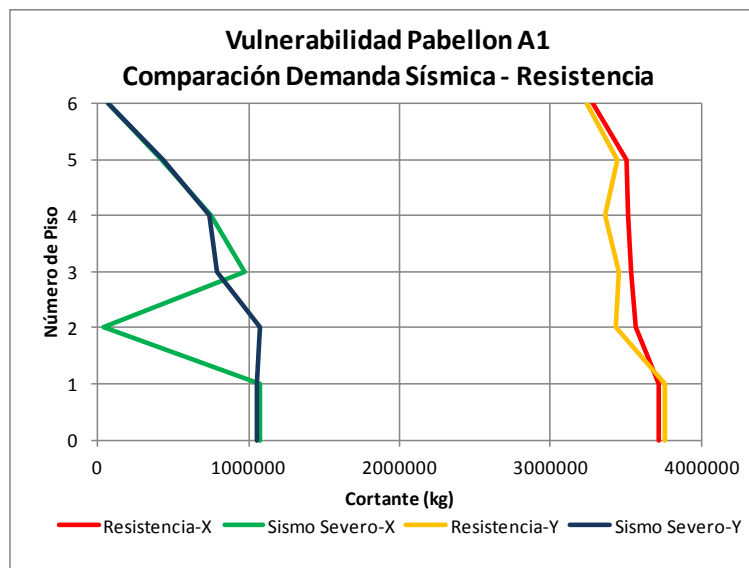


Figura 53. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque A1 sismo severo.

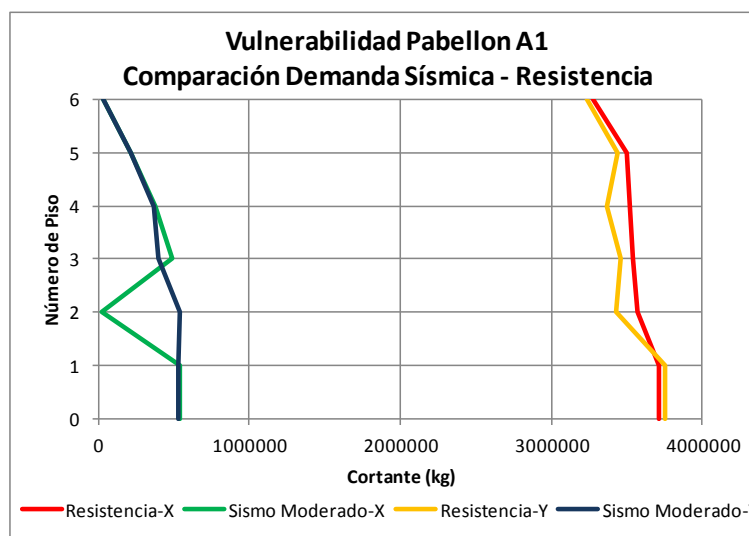


Figura 54. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque A1 sismo moderado.

### PABELLÓN A2

En la Figura 55 se presenta la demanda sísmica por sismo severo, la misma que es comparada con la resistencia de la estructura presentada en ambas direcciones de solicitud sísmica. Puede leerse que la demanda sísmica se encuentra muy por debajo de la resistencia de la estructura. Por otro lado en el caso de un sismo moderado, la Figura 56 presenta la demanda sísmica calculada para el hospital, encontrándose que no existen problemas por resistencia estructural en este caso.

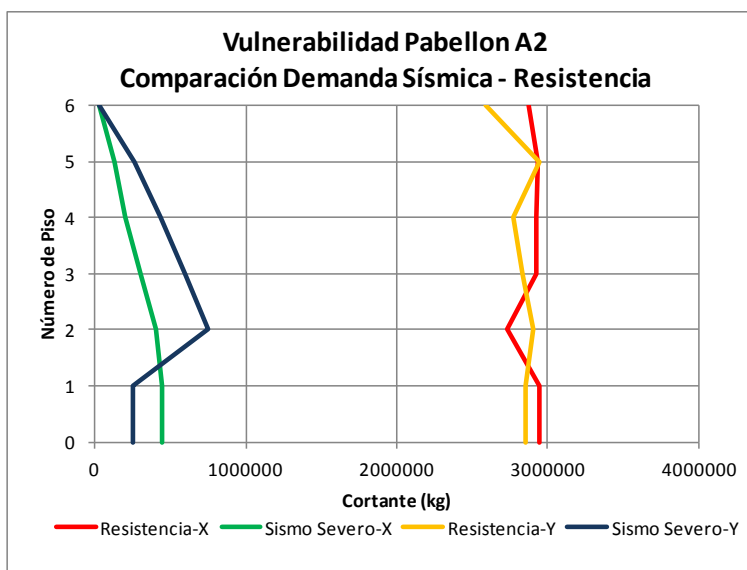


Figura 55. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque A2 sismo severo.

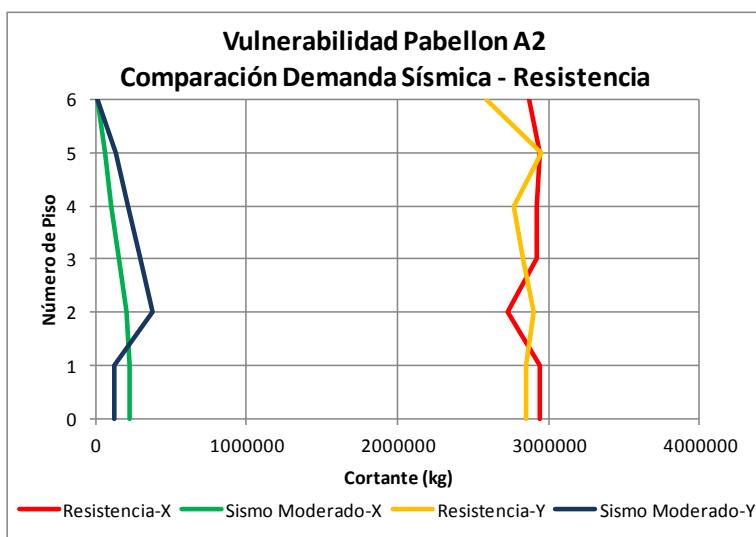


Figura 56. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque A2 sismo moderado.

### PABELLÓN B

El análisis del pabellón B y el cálculo de la resistencia de los elementos estructurales frente a la demanda sísmica en ambas direcciones son presentados en la Figura 57, muestra que la demanda sísmica se encuentra muy por debajo de la resistencia de la estructura.

Asimismo en la Figura 58 se presenta la comparación en caso de sismo moderado, encontrándose que esta estructura no experimentaría problemas de operatividad inmediata luego de un sismo.

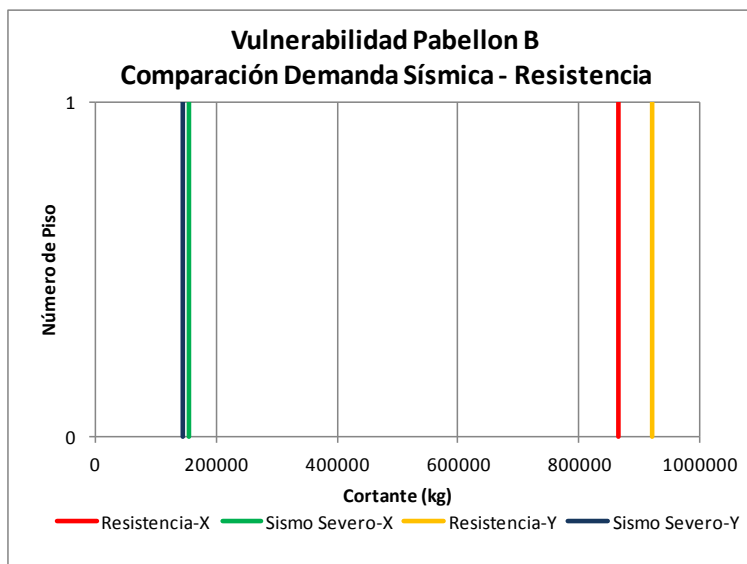


Figura 57. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque B sismo severo.

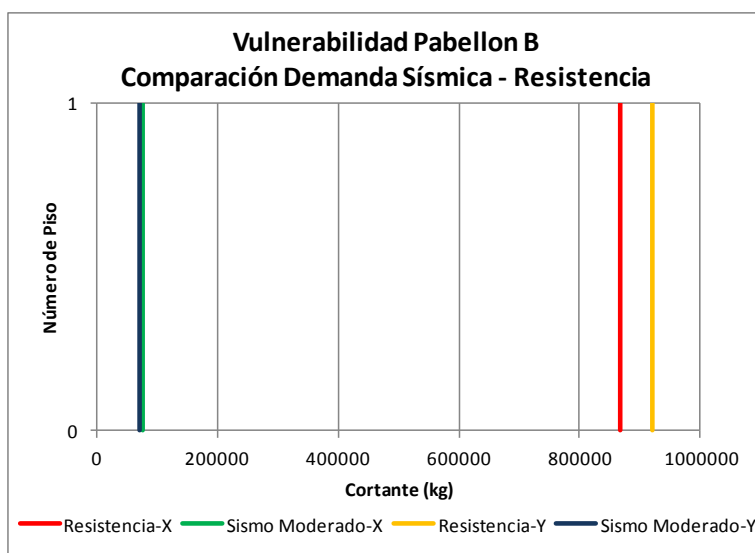
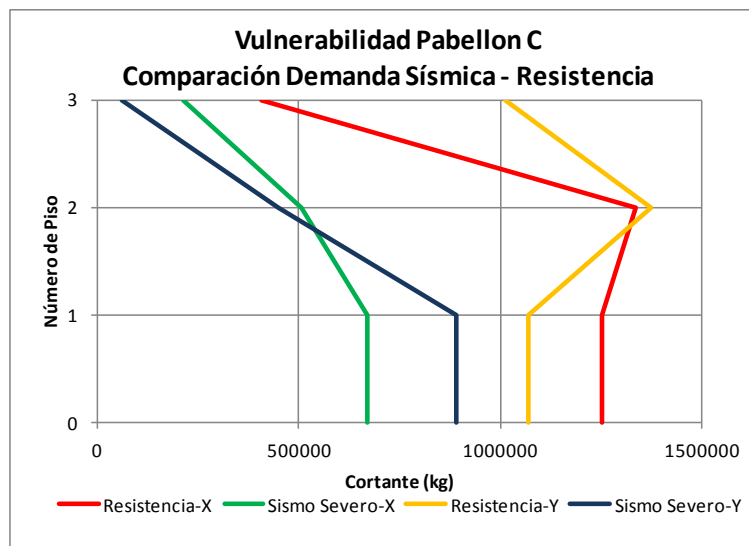


Figura 58. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque B sismo moderado.

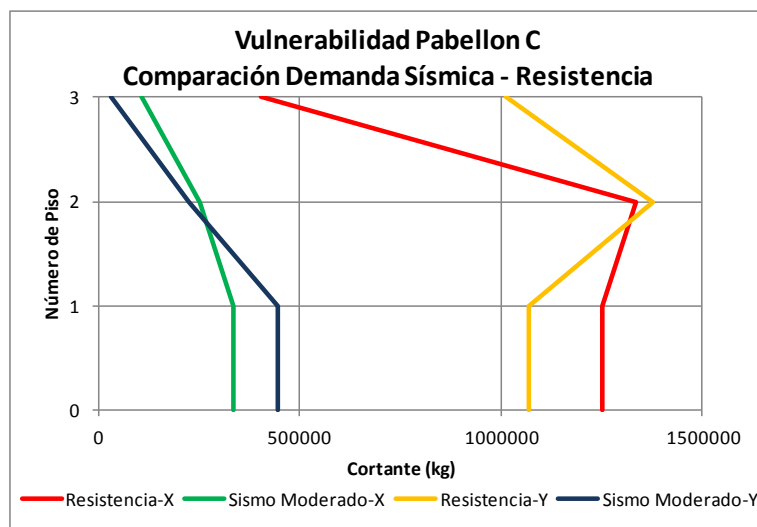
### PABELLÓN C

Se ha encontrado que del análisis de las fuerzas de demanda sísmica se muestra en la Figura 59 la respuesta por sismo severo, la que es comparada con la resistencia de la estructura. Puede observarse que la

demanda sísmica se encuentra por debajo de la resistencia de la estructura.



**Figura 59.** Comparación entre los cortantes en la base en el bloque C sismo severo.



**Figura 60.** Comparación entre los cortantes en la base en el bloque C sismo moderado.

La Figura 60 presenta la demanda por sismo moderado en comparación con la resistencia de la estructura. Aquí se puede observar que esta demanda se encuentra muy por debajo de la resistencia, hecho que demuestra que esta estructura no experimentaría problemas por resistencia en sismos moderados.



## PABELLÓN D

El análisis del pabellón D y el cálculo de la resistencia de los elementos estructurales frente a la demanda sísmica en ambas direcciones son presentados en la Figura 61, muestra que la demanda sísmica se encuentra muy por debajo de la resistencia de la estructura.

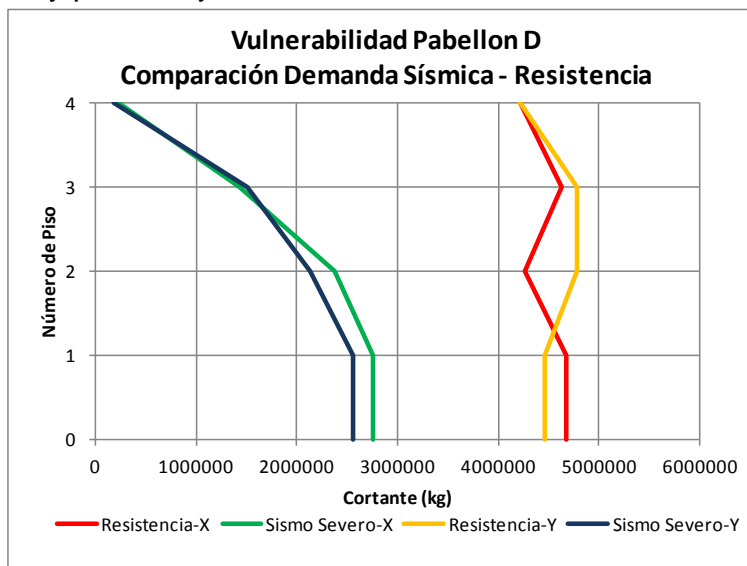


Figura 61. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque D sismo severo.

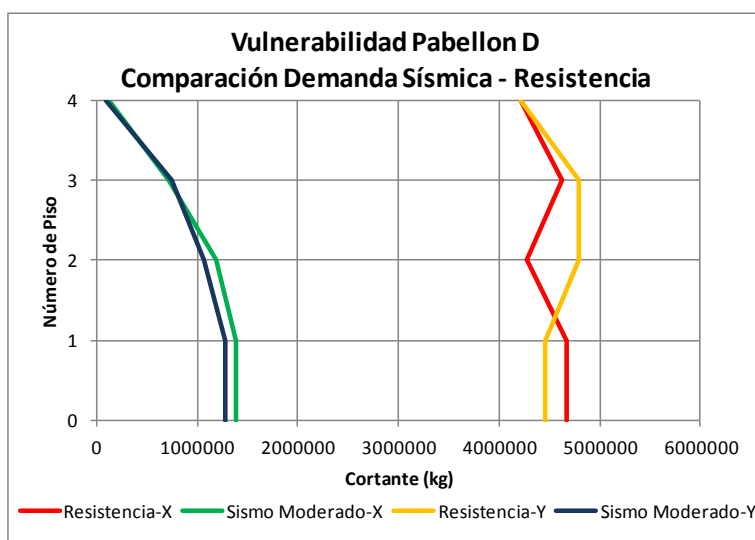
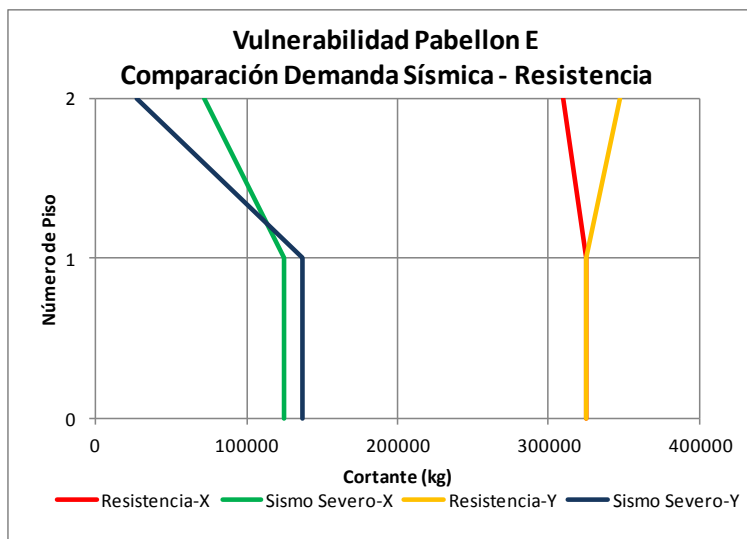


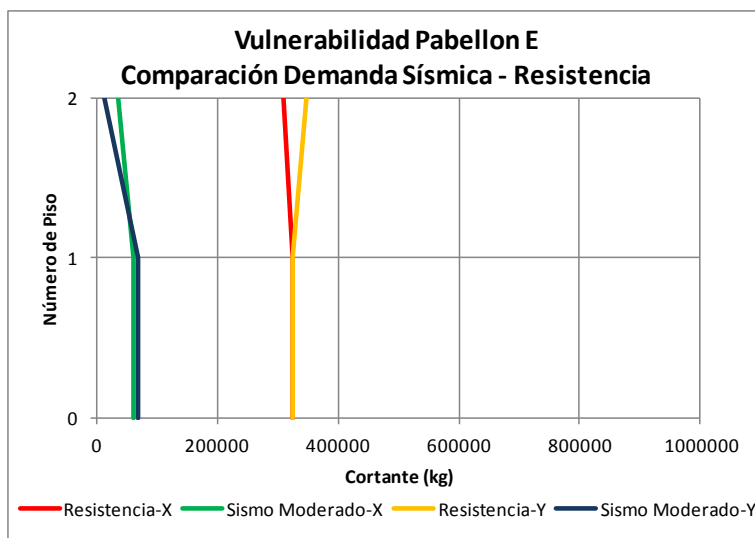
Figura 62. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque D sismo moderado.

La demanda de sismo moderado es mostrada en la Figura 62, donde se puede apreciar que se encuentra por debajo de la resistencia, no teniéndose problema en esta estructura por resistencia.

## PABELLÓN E



**Figura 63.** Comparación entre los cortantes en la base en el bloque E sismo Severo.



**Figura 64.** Comparación entre los cortantes en la base en el bloque E sismo moderado.

La Figura 63 presenta la comparación de la demanda sísmica por sismo severo versus la resistencia de la estructura. Aquí puede observarse que la demanda sísmica se encuentra muy por debajo de la resistencia. Asimismo la Figura 64 muestra la comparación por sismo moderado

frente a la resistencia, donde se puede leer que no habrá problemas de resistencia en esta estructura.

### PABELLÓN F

En este pabellón se ha encontrado que tanto para la demanda sísmica por sismo severo, presentada en la Figura 65, así como la demanda sísmica por sismo moderado, mostrada en la Figura 66, se ha encontrado valores que se encuentran muy por debajo de la resistencia de la estructura del pabellón F en ambas direcciones. Es decir en el caso de este edificio, no sufriría daño estructural por resistencia, ya que las demandas son mucho menores que la resistencia.

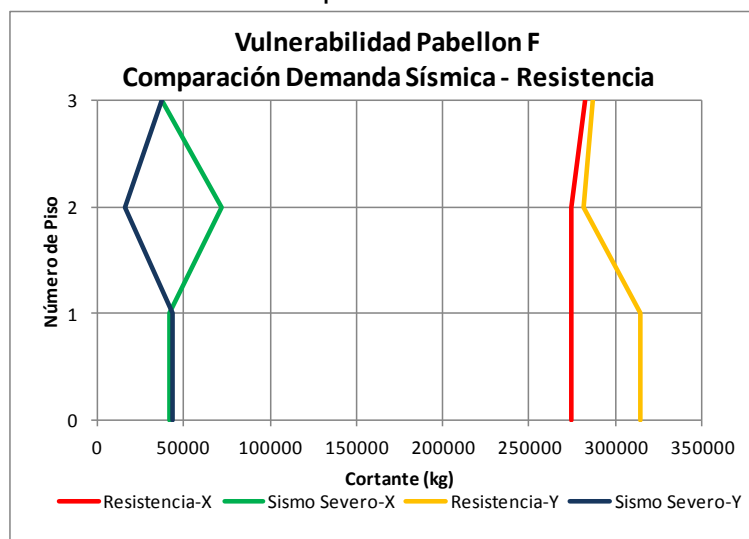


Figura 65. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque F sismo severo.

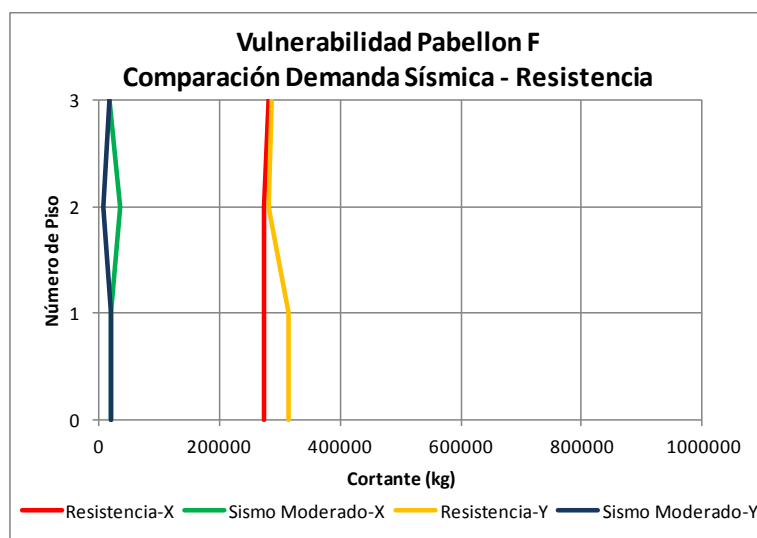


Figura 66. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque F sismo moderado.

## PABELLÓN H

Se ha encontrado que del análisis de las fuerzas de demanda sísmica se muestra en la Figura 67 la respuesta por sismo severo, la que es comparada con la resistencia de la estructura. Puede observarse que la demanda sísmica se encuentra por encima de la resistencia de la estructura, mostrando una deficiencia estructural en el pabellón H.

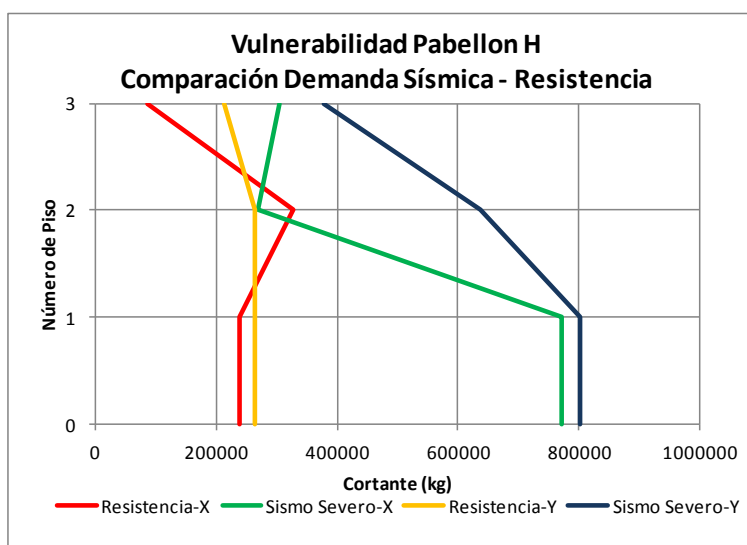


Figura 67. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque H sismo severo.

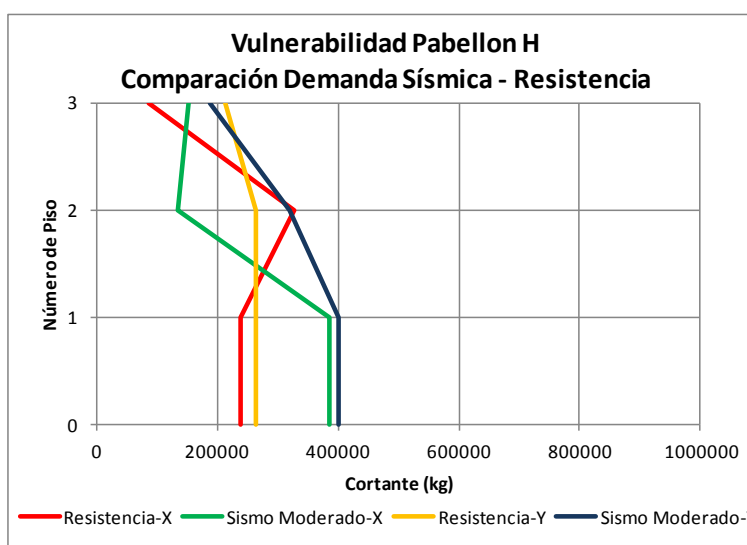


Figura 68. Comparación entre los cortantes en la base en el bloque H sismo moderado

La Figura 68 presenta la demanda por sismo moderado en comparación con la resistencia de la estructura. Aquí se puede observar que esta demanda supera a la resistencia, hecho que demuestra que esta estructura experimentaría problemas por resistencia en sismos moderados.

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

Para la protección del contenido de las edificaciones del establecimiento, los límites planteados por la norma de diseño sismorresistente no aseguran la protección del contenido y operatividad inmediata del hospital. Por esta razón se han estudiado las recomendaciones de FEMA 356, FEMA 274, ASCE 41 entre otras, referidas a la capacidad y reparabilidad de los edificios, así como la experiencia de 26 años de ensayos de laboratorio ejecutados en CISMID, pudiéndose plantear dos límites de distorsión de entrepiso para asegurar la funcionalidad y protección del contenido del hospital: 0.003 (sismo severo) y 0.0015 (sismo moderado).

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

#### MATERIAL- Concreto Armado

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

Protección del contenido y operatividad inmediata: 1/1000

**MATERIAL- Albañilería**

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

Protección del contenido y operatividad inmediata: 0.003

Los valores presentados representan los límites de exigencia para demandas con daños identificados como función de la distorsión de entrepiso. En el ítem 5.3 se presentan los valores máximos alcanzados por la edificación para la demanda de la norma sísmica, cuyo límite no asegura la operatividad del establecimiento, por esta razón utilizamos los límites sugeridos en esta sección que aseguran la protección del contenido y operatividad.

## 6. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VULNERABLES

### 6.1. Interpretación del diagnóstico de la respuesta sísmica

El Hospital Santa Rosa cuenta con diversas áreas y edificaciones de las cuales se han seleccionado ocho (8) edificios que albergan a las áreas críticas, que representan las zonas de intervención de este estudio.

El monoblock A está compuesto de dos edificios A-1 y A-2, ambos edificios poseen columnas cortas con muros de mampostería colindantes a las columnas que generan el efecto de concentración de esfuerzos en estos elementos, motivo por el cual en los análisis, que tanto los muros en los ejes de las columnas cortas como los muros de los ejes centrales y transversales presentan esfuerzos de corte sumamente altos que superan largamente la resistencia al esfuerzo de corte en la albañilería, hecho que los hace vulnerables.

El pabellón B es una estructura aporricada bien distribuida con muros de albañilería en ambas direcciones que exhiben una densidad alta. No hay signos de vulnerabilidad en este edificio.

Los pabellones C y D han sufrido diversas modificaciones a lo largo de su vida útil eliminándose muros que han ocasionado agrietamientos en vigas, en especial en el edificio C (Hall).

El pabellón E es una edificación cuyo primer piso podría considerar piso blando, hecho que se manifiesta en las distorsiones que alcanzan los valores límites. Asimismo, los esfuerzos de corte superan los límites de resistencia en ambas direcciones.

El pabellón F es una edificación reciente cuyos esfuerzos de cortes la tabiquería son bastante altos, hecho que los hace vulnerables.

El pabellón H es una edificación cuya demanda supera la resistencia y sus muros, así como sus columnas, poseen esfuerzos sumamente altos; a esto se suma la presencia de columnas cortas en un eje; hecho que lo hace vulnerable.

## 6.2. Elementos no estructurales vulnerables

El Hospital se encuentra ubicado entre dos vías principales que unen el distrito de Pueblo Libre con el de Magdalena, San Miguel, Jesús María y el Cercado de Lima. El Hospital Santa Rosa se encuentra ubicado en la Av. Bolívar Cuadra 8 s/n, en el Distrito de Pueblo Libre, Provincia de Lima y Región de Lima, ocupando un área de terreno de 7,344.35 m<sup>2</sup> teniendo como linderos: la Av. Bolívar (Norte), Jr. Moreyra y Riglos (Este), Av. San Martín (Oeste) y con el Instituto Nacional de Bienestar Familiar – INABIF (Sur).

Siendo una zona residencial con comercio local, no se presentan amenazas visibles que afecten la vulnerabilidad del establecimiento.

Lo que es importante señalar, que el Hospital debe tener un manejo adecuado de los residuos hospitalarios para que no afecte el entorno urbano en el que está localizado.

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, a continuación se presenta la zonificación.

Está basada en la apreciación de los elementos arquitectónicos, se evaluará la seguridad de la tabiquería mediante su estabilidad, fijación y fisuramiento, sistemas de coberturas y mobiliario que no se





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 SANTA ROSA



encuentren anclados y protegidos es una señal de inseguridad, sus deficiencias en su instalación o construcción, una calidad no adecuada del material de sus elementos, un mantenimiento insuficiente.

Los elementos que conforman el componente no estructural (tabiquería, cielo raso, puertas, ventanas, equipos de iluminación, mobiliario, etc.), tendrán un mal comportamiento ante un movimiento sísmico, provocando agrietamientos de muros de tabiques, caída de cielos rasos e iluminarías que pueden desprenderse por mal anclaje al techo, roturas de vidrios provocando daño al personal, desplazamiento de los objetos por no encontrarse asegurados, caída de los elementos de laboratorio originado un peligro al personal y pacientes.

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

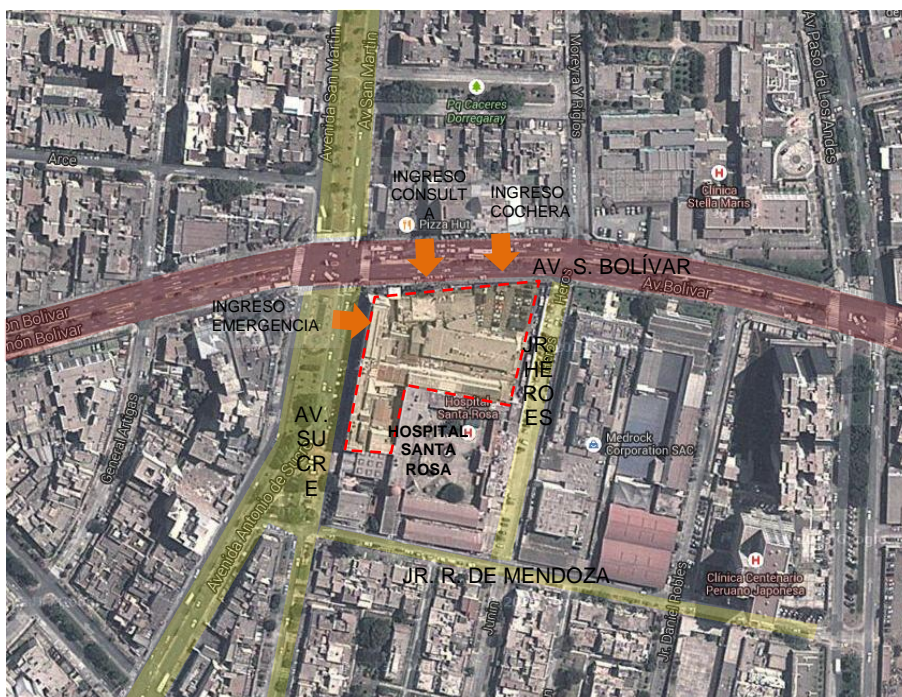


Figura 69. Plano de Ubicación

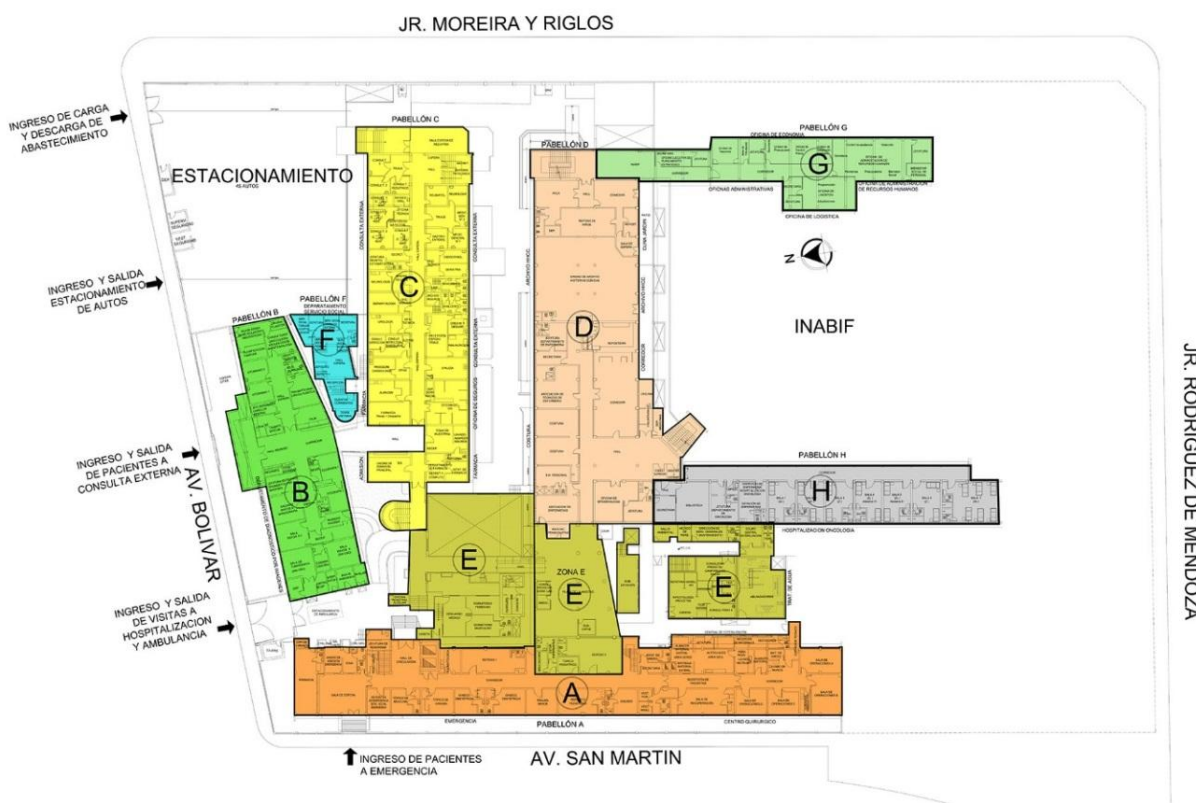


Figura 70. Esquema de Zonificación



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 SANTA ROSA



## BLOQUE A

PRIMER PISO	-Emergencia -Centro Quirúrgico -Central de Esterilización
SEGUNDO PISO-Cuidados Intensivos	-Hospitalización -Medicina Pediátrica -Cirugía Pediátrica
TERCER PISO	-Neonatología -Hospitalización Ginecología
CUARTO PISO	-Gastroenterología -Hospitalización (Obstetricia de adolescente)
QUINTO PISO	-UCI Neonatal -Centro Obstétrico
AZOTEA	-Confort Medico

## BLOQUE B

PRIMER PISO	- Admisión-Triaje - Diagnóstico por Imágenes - Consulta Externa
-------------	---

## BLOQUE C

PRIMER PISO	- Farmacia - Consulta Externa - Admisión - Oficina de Seguros - Patología Clínica (Toma y recepción de muestras).
SEGUNDO PISO	- Consulta Externa - Hemoterapia - Banco de sangre - Oficina de Estadística e Informática - Patología Clínica

## BLOQUE D

SÓTANO	- Nutrición y dietética - Servicios Generales
PRIMER PISO	- Confort personal - Archivo Historias Clínicas - Epidemiología y Salud ambiental.
SEGUNDO PISO	- Hospitalización Medicina y Cirugía - Cuidados Intermedios
TERCER PISO	- Oficinas Administrativas



### BLOQUE E

- |              |   |
|--------------|---|
| SÓTANO       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Sala de Calderos</li><li>- Grupo Electrógeno</li><li>- Sala de Bombas</li><li>- Cisterna, Sub-estación</li></ul>  |
| PRIMER PISO  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Oficinas Administrativas de S.G. y Mant.</li><li>- Consultorios PROCETTS</li><li>- Planta de Ablandamiento</li><li>- Plaza de la Amistad</li><li>- Confort médico</li><li>- Equipo Central de Esterilización.</li></ul> |
| SEGUNDO PISO | <ul style="list-style-type: none"><li>- Hospitalización Medicina – Cirugía</li><li>- Informática y Telecomunicaciones</li><li>- Central Telefónica</li></ul>  |

### BLOQUE F

- |              |   |
|--------------|---|
| SÓTANO       | <ul style="list-style-type: none"><li>- Quimioterapia y Preparación de Mezclas</li></ul>  |
| PRIMER PISO  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Oficina administrativa de Servicio Social</li><li>- Cuentas corrientes</li><li>- Dosis Unitaria</li></ul> |
| SEGUNDO PISO | <ul style="list-style-type: none"><li>- Unidad de soporte Metabólico y Nutricional</li></ul>  |

### BLOQUE G

- |              |  |
|--------------|--|
| SEGUNDO PISO | <ul style="list-style-type: none"><li>- Oficinas del área administrativa</li></ul> |
|--------------|--|

### BLOQUE H

- |              |  |
|--------------|--|
| SEGUNDO PISO | <ul style="list-style-type: none"><li>- Hospitalización Oncología</li><li>- Confort médico</li></ul>                   |
| TERCER PISO  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Hospitalización Oncología</li><li>- Oficinas del Área Administrativa</li></ul> |



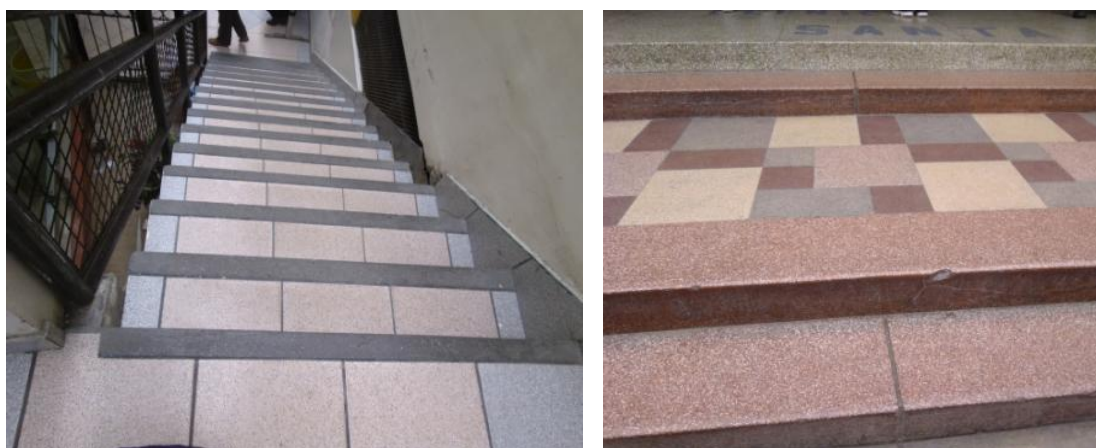
### 6.2.1. Accesibilidad para personas discapacitadas



**Foto 28:** Izquierda: En el pabellón E la rampa de acceso para las personas discapacitadas en la zona administrativa del hospital. Sin embargo, cuenta con un ancho muy mínimo en caso de emergencia ante cualquier caso eventual.

Derecha: En el pabellón B en consulta externa, en el exterior del pabellón B, cuenta con una rampa para discapacitados ya que se tiene un desnivel. Además cuenta con barandas de seguridad.

### 6.2.2. Equipamiento no médico



**Foto 29:** Izquierda: En el pabellón C El ancho de la escalera es menor a lo requerido según a lo normado para establecimientos de salud. Las barandas solo se encuentran en un solo lado de la escalera. Existe riesgo de caídas y difícil evacuación ante cualquier evento sísmico.

Derecha: En el pabellón B en las escaleras de ingreso los acabados no son con antideslizantes y no cuentan con borde de seguridad.

Presentan deterioro por su uso y antigüedad. Además de no contar con barandas de seguridad a los lados. Existe riesgo de caídas de pacientes y personal en caso sísmico.



**Foto 30:** En el pabellón A No existen escaleras de evacuación y las que existen son solo integradas y presentan piso antideslizante con bordes de seguridad en los pasos. Sin embargo, existe un ancho menor a lo exigido y falta de pasamanos en uno de los lados. Existe riesgo de caídas y de evacuación ante cualquier caso eventual.



**Foto 31:** Izquierda: En el pabellón D la escalera principal a la zona administrativa tiene blocks de vidrio que podrían desprenderse ante cualquier incidencia de sismo.

Derecha: En el pabellón A los corredores interiores son angostos y están ocupados por insumos del almacén. Existe riesgo de difícil evacuación ante cualquier caso eventual de sismo.



**Foto 32:** Izquierda: En el pabellón A la ruta de evacuación del servicio de Emergencia cuenta con una escalera sin pasamanos, acabado de pasos con material deslizante.

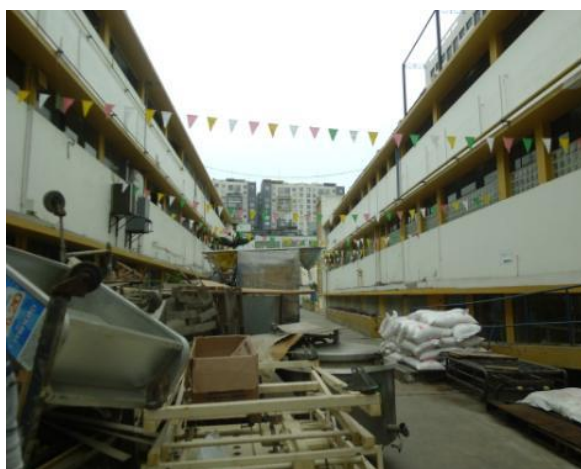
Derecha: En el pabellón H el corredor de ingreso y salida de la Sala de Reuniones tiene ventanales que deberían de ser vidrios de seguridad. Existe riesgo de que los vidrios se rompan ante cualquier caos eventual.



**Foto 33:** Izquierda: En el pabellón E existe tabiquería en regular estado de conservación y con blocks de vidrio debajo de ventanas de atención que podrían desprenderse ante cualquier caso eventual de sismo.

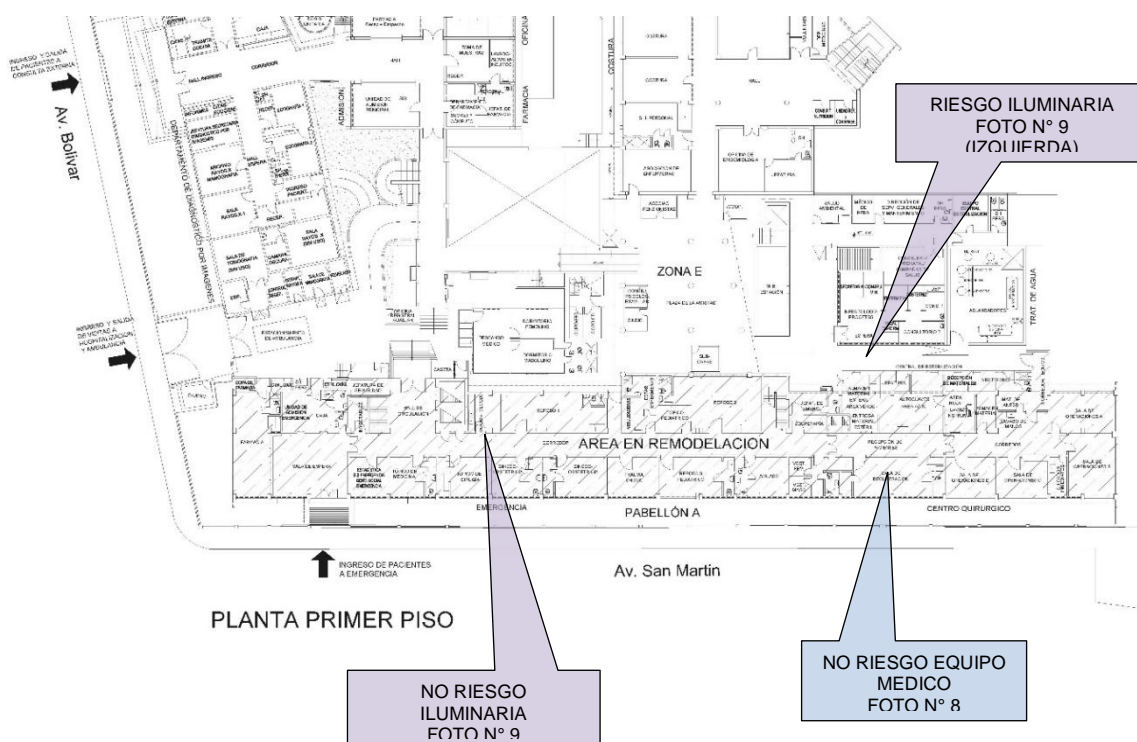
Derecha: En el pabellón E se tienen aleros que no ofrecen seguridad en los bordes. Además, de construcciones de tabiquería liviana, no estructural con varillas de fierro como medio de protección mínimo que no ofrecen seguridad.





**Foto 34:** Izquierda: Entre el pabellón C y D se tienen aleros (ornamentos) de la edificación que pueden afectar el área de escape de la zona de servicios generales. Además, la salida de la Casa de Fuerza y Servicios Generales está ocupada con mobiliario en reparación o desuso que impiden una rápida evacuación ante cualquier caso eventual sísmico.

Derecha: En el pabellón B en el ingreso y salida de Consultorios Externos e Imágenes se tiene un techo volado que no representa un elemento de seguridad. Asimismo, sobre la rampa se ha colocado un elemento liviano que podría desprenderse ante cualquier caso de sismo severo.

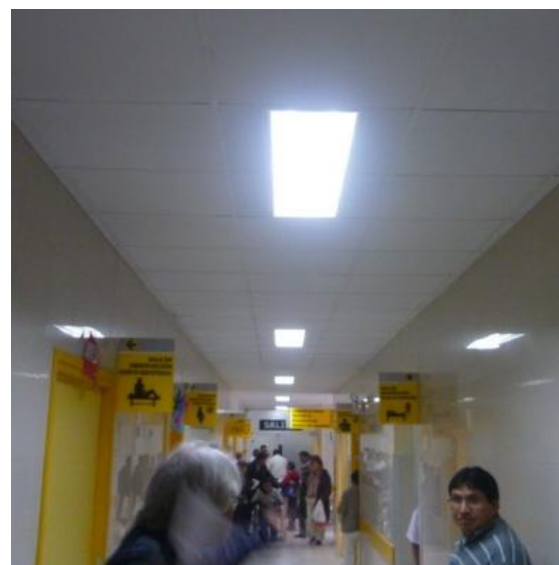


### 6.2.3. Equipamiento médico



**Foto 35:** En el pabellón A los equipos de monitoreo que funcionan con abastecimiento eléctrico se encuentran bien sujetos y empotrados contra la pared.

### 6.2.4. Elementos suspendidos



**Foto 36:** Izquierda: En el pabellón A en la parte exterior de la Central de Esterilización se tienen luminarias que no cuentan con elementos de

seguridad para impedir su posible desprendimiento ante cualquier caso sísmico.

Derecha: En el pabellón A en la zona de Emergencia se tienen luminarias que cuentan con paneles de seguridad para evitar la caída de los fluorescentes. Se encuentran en buen estado de conservación.

### 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 láminas de seguridad o cambio a vidrios templados o laminados en las áreas de circulación, escaleras y rutas de evacuación.

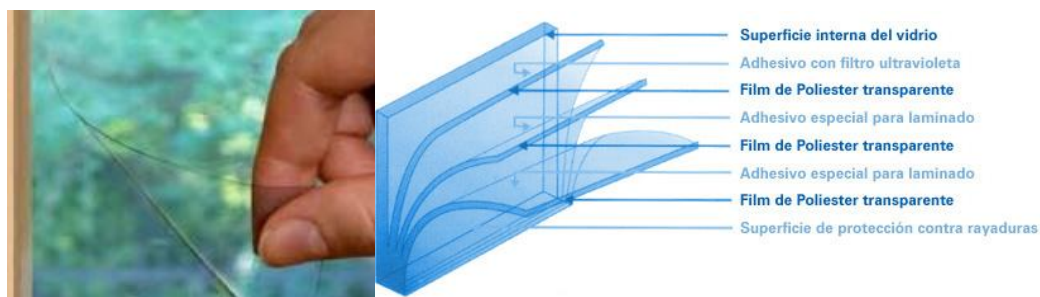


Figura 71. Vidrios se pueden laminar con láminas de seguridad.

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

1.- **La remoción.** Sería la alternativa más conveniente de mitigación de muchos casos. Por ejemplo, un material peligroso que pudiera derramarse se puede almacenar perfectamente fuera de los predios.

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

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

resortes de montaje para evitar que el generador salte de su puesto o sea derribado.

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

**5.- Los acoples flexibles.** Deben ser usados entre edificios y tanques exteriores, entre diferentes partes separadas del mismo edificio y entre edificios. Estos se utilizan puesto que los objetos diferentes, separados se moverán cada uno independientemente como respuesta a un terremoto.

**6.- Soportes.** Son apropiados en muchos casos. Por ejemplo, los cielos rasos por lo general están colgados de cables que tan solo resisten a fuerza de la gravedad. Al someterse a la multitud de fuerzas horizontales y de torsión que resultan de un terremoto, caen fácilmente.

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

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



**9.- El Aislamiento.** Es útil para pequeños objetos sueltos. Por ejemplo, si se colocan paneles laterales en estantes abiertos o puertas con 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:

- Existe una red de desagüe que cruza una construcción.
- Las redes generales e agua y desagüe ha colapsado en algunos tramos por antigüedad.
- Algunas válvulas del árbol de descarga de la línea de impulsión se encuentran inoperativas.
- No cuenta con bombas de reserva.
- Falta anclajes de las tuberías en el tanque hidroneumático.
- Paredes de la cisterna presenta filtraciones.
- Las conexiones entre tuberías y equipos de bombeo no cuentan con conexiones flexibles
- Las tuberías de ingreso y salida en el tanque elevado se encuentran deterioradas y carecen de uniones flexibles



Figura 72. Tuberías no tienen uniones flexibles en cisterna.



Figura 73. Válvulas inoperativas en árbol de descarga.



Figura 74. Empalme rígido en cisterna.





Figura 75. Árbol de descarga sin uniones flexibles.



Figura 76. Conexiones eléctricas improvisadas, tubería sin protección para corrosión.



Figura 77. Empalmes rígidos de tuberías a muros.



Figura 78. Pared de cisterna con humedecimiento que produce corrosión en las tuberías.



Figura 79. Tapa de cisterna inadecuada permite contaminación.



Figura 80. Redes de agua presentan corrosión por intemperismo



Figura 81. Línea de succión rígida con cisterna, fuga de agua y filtración en la pared de la cisterna.



Figura 82. Línea de impulsión sin anclaje, sin protección anticorrosiva y fugas de agua.

### 7.1.2. Instalaciones Eléctricas

#### Sistema eléctrico

El hospital dispone de una sub estación eléctrica con un transformador de 500 KVA, así mismo dispone como fuente alternativa de suministro de energía eléctrica de dos generadores eléctricos cuyas capacidades son de 350 Kw del tipo encapsulado

y del otro de 74 Kw, el mismo que cuenta con un tablero de transferencia automática con una respuesta de aprox.4 seg. Operatividad de estos equipos se encuentra en buenas condiciones y satisface la demanda del hospital al 100%

El ambiente del donde se encuentra ubicado el grupo electrógeno es abierto con el ambiente de las calderas, además es utilizado como oficina del personal técnico de turno asimismo no tiene aislamiento acústico.

Existen riesgos de inundaciones, por estar en un nivel más bajo del hospital del nivel 0 del hospital

Existen instalaciones eléctricas provisionales con materiales inadecuados e improvisados que deberán cambiarse, como son las llaves del tipo cuchillas por interruptores termomagnéticos así como se debe retirar los cables mellizos.

El nivel de iluminación en áreas críticas es regular, las instalaciones y luminarias han sido actualizadas con las implementaciones de ambientes, se debe mejorar sujeción de lámparas seguras

Lámparas de emergencia con baterías como sistema de prevención

Algunos Tableros de distribución no tienen identificación de circuitos y directorio así como la instalación de sistemas de protección de vida por interruptores diferenciales y conexión a tierra. Los Mecanismos de protección de fugas a tierra como las puestas a tierra deben ser actualizadas periódicamente,

### 7.1.3. Instalaciones Mecánicas

Como reserva de combustible tiene previsto un sistema con dos tanques de almacenamiento de combustible de 3000 glns, cada uno y del tanque diario que cuenta para el grupo electrógeno y para los calderos, cuya capacidad abastece para un mínimo de 5 días.

Los Tanques cuentan con medios de sujeción y se encuentran ubicados a una distancia que no afectan la seguridad del establecimiento, sin embargo se encuentra colindante y con acceso al ambiente de las calderas. Se verifica que tiene dispositivos

contra incendios, como extintor de 9 Kg. y su señalización respectiva.

#### 7.1.4. Instalaciones Electromecánicas

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

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

Cuentan con equipos electromecánicos como calderas generadoras de vapor, el panel de control está protegido del ambiente y cuenta con elementos de extinción de incendios

Los Calderos están ubicados en el centro del establecimiento principal que son parte del sistema de generación de vapor, se encuentra expuesto a inundaciones, por estar debajo del nivel cero del hospital

Los equipos reciben mantenimiento periódico pero a veces son limitados por el apoyo logístico debido a la falta de suministro de materiales para la ejecución de las labores de mantenimiento

Los equipos de los sistemas de aire acondicionado para las áreas críticas recientemente han sido cambiados, y los condensadores han sido instalados en la pared en forma adosada, con soporte tipo "pata de gallo", se recomienda asegurar los soportes y los anclajes de fijación debido a que en un movimiento fuerte se corre el riesgo que puede caerse.

#### 7.1.5. 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, estado de cables se encuentran expuestos se debe mejorar en un 60%

Sistema de comunicación Externa: internet radiocomunicación se encuentran operativos

Sistemas alternos de comunicación radio teléfono celular, estado de antenas es aceptable.

La torre se encuentra arriostrada adecuadamente, se recomienda revisar sus conexiones periódicamente

Cuentan con internet y conexión telefónica celular

#### 7.1.6. Instalaciones Especiales

Gases Medicinales (Oxígeno)

Se dispone de una central de gases medicinales con un tanque del tipo criogénico, asimismo se dispone de un manifold de oxígeno de emergencia y un almacenamiento de balones de O<sub>2</sub> en reserva

Los balones de gases medicinales no cuentan con medios de sujeción apropiados algunos pero hay que complementarlos, existe riesgo de posibles caídas. Los tanques de oxígeno deben ser sujetos con cadenas en 2 o 3 direcciones, aseguradas con uniones soldadas o atornilladas con pernos, deben contar con una capa de protección del sol y la intemperie

### 7.2. Recomendaciones para la mejora de las líneas vitales

#### 7.2.1. Instalaciones Sanitarias

- Cambiar las redes generales de agua de F<sup>0</sup>G<sup>0</sup> que se encuentran corroídas
- La tubería de desagüe que cruza la construcción interior debe ser reubicada.
- Se deben reemplazar las válvulas inoperativas en la línea de impulsión
- En la sala de máquinas se debe instalar uniones flexibles en el árbol de descarga de cada una de las líneas de impulsión.
- Las conexiones de ingreso y salida en la cisterna deberán contar con uniones flexibles.
- Anclar las conexiones y salidas del tanque hidroneumático.

#### 7.2.2. Instalaciones Eléctricas

Se recomienda complementar la instalación de interruptores diferenciales de protección al usuario en los circuitos que le falta. Asimismo se debe retirar todos los cables mellizos

Se recomienda implementar de aislamiento acústico e Insonorizado del ambiente donde se encuentra ubicado el grupo electrógeno. Asimismo debe darse uso exclusivo para generación eléctrica.

Se debe realizar el Reordenamiento de cableado eléctrico, informático y de comunicaciones.

### **7.2.3. Instalaciones Mecánicas**

Se recomienda aislar la infraestructura de los tanques de almacenamiento de petróleo de tal manera que sean ambientes independientes de la sala de las calderas o considerar la instalación de los tanques soterrados.

### **7.2.4. Instalaciones Electromecánicas**

Asegurar la instalación de los equipos de aire acondicionado para la unidad de cuidados intensivos, que se encuentran instalados en forma adosada a la pared y colocar una plataforma que serviría también para mantenimiento.

### **7.2.5. Instalaciones Especiales**

Construir una caseta para el manifold de emergencia de la central de oxígeno, colindante al tanque criogénico, así como asegurar con cadenas los balones de oxígeno.

### **7.2.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación**

Se recomienda realizar el reordenamiento o canalización de los cables de comunicaciones que se encuentran expuestos y dispersos en forma desordenada.

## **8. VULNERABILIDADES DEL COMPONENTE FUNCIONAL**

### **8.1. Contexto del problema**

#### *La amenaza sísmica y la salud*

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



Las exigencias sanitarias de un evento de esta categoría exigirán la movilización del sector salud en su conjunto y requerirá ayuda externa.

### *El colapso estructural arrastrará al colapso funcional*

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

### *Todo lo que funciona puede fallar.*

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

Enfrentar esta situación implica requerimientos fundamentales (prioridades vinculadas):

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

### *Las metas de este estudio*



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

La población del Distrito de Pueblo Libre proyectada al 2012, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), es de 77,038 habitantes, siendo el 46.65% de sexo masculino y 53.35% de sexo femenino.

El 100% de la población es urbana, el 99.3 % cuenta con agua potable dentro de la vivienda y/o edificación, 99.6% cuenta con red de desagüe y el 99.8% con luz eléctrica. La esperanza de vida es de 76 años, la tasa de alfabetismo es de 99.5%, escolaridad es superior al 95%. El gasto per cápita es de S/. 810.70 nuevos soles.

La tasa de Mortalidad en Pueblo Libre es de 7.9 por 1000 habitantes, cifra que se encuentra por encima del promedio nacional (6.2 por 1000 habitantes).

El movimiento hospitalario de enero a julio del 2013 nos da una idea de la fuerza de trabajo del Hospital. En total ingresaron 4,620 pacientes y egresaron 4,511 siendo su estancia hospitalaria de 29,824 con un promedio de permanencia de 6.6 días.

En Medicina General ingresaron 642 pacientes y egresaron 626 siendo su estancia hospitalaria de 6,006 con un promedio de permanencia de 9.6.

En Medicina Pediátrica ingresaron 276 pacientes y egresaron 268 siendo su estancia hospitalaria de 1,630 con un promedio de permanencia de 6.1 días. En Neonatología ingresaron 254 pacientes y egresaron 255 siendo su estancia hospitalaria de 2,404 con un promedio de permanencia de 9.4 días.

En Cirugía Adultos ingresaron 643 pacientes y egresaron 628 siendo su estancia hospitalaria de 4,432 con un promedio de permanencia de 7.1 días. En Oncología ingresaron 417 pacientes y egresaron 408 siendo su estancia hospitalaria de 3,462 con un promedio de permanencia de 8.5 días.

En Cirugía Pediátrica ingresaron 239 pacientes y egresaron 239 siendo su estancia hospitalaria de 1,796 con un promedio de permanencia de 7.5

En Obstetricia ingresaron 1,801 pacientes y egresaron 1,765 siendo su estancia hospitalaria de 8,043 con un promedio de permanencia de 4.6 días. En Ginecología ingresaron 348 pacientes y egresaron 322 siendo su estancia hospitalaria de 2,051 con un promedio de permanencia de 6.4 días.



En Cuidados Intensivos ingresaron 116 pacientes y egresaron 112 siendo su estancia hospitalaria de 620 con un promedio de permanencia de 5.5 días.

Siendo su estructura vertical, la evacuación de los pisos de hospitalización se dificulta dado que las escaleras y pasillos son estrechos. El tratar de rescatar los equipos sería una tarea bastante ardua ya que los mismos no están marcados (prioridad 1, 2 y 3) lo que haría que el personal encargado de esta tarea se enfrente a grandes dificultades.

Esta situación se complica más aun siendo que las áreas de expansión previstas se encuentran en la vía pública, cuya congestión vehicular es alta, lo que dificultaría contar con la posibilidad de continuar con la atención.

En cuanto a equipamiento, se encuentra un deficiente número de equipos médicos y mobiliarios, recursos tecnológicos insuficientes y no renovados, insuficiente planeamiento para el mantenimiento de equipos biomédicos de tecnología avanzada e insuficiente informatización de procesos tanto administrativos como asistenciales (Plan estratégico Institucional 2012-2016).

La distribución de los consultorios externos no es funcional, lo que dificulta la circulación de los pacientes y muestra áreas congestionadas, las unidades de traslado faltan, así como el equipamiento de las mismas.

Su Plan Operativo Anual 2012 hacenotar que la distribución inadecuada de ambientes genera aglomeración de pacientes en pasadizos estrechos y de difícil tránsito, limitando la calidad de la atención, asimismo destaca los siguientes problemas:[Plan Operativo Anual del Hospital Santa Rosa 2012[http://www.hsr.gob.pe/transparencia/pdf/2012/poa\\_\\_hsr\\_2012.pdf](http://www.hsr.gob.pe/transparencia/pdf/2012/poa__hsr_2012.pdf)].

#### PROBLEMAS DE DEMANDA (Problemas Sanitarios)

1. Capacidad resolutive reducida frente a la creciente demanda de pacientes que requieren especialidades médicas.
2. Creciente demanda de los servicios y apoyo al diagnóstico
3. Incremento de población adulta mayor que requiere atención especializada en enfermedades no transmisibles y degenerativas

4. Prevalencia de morbimortalidad debida a Tuberculosis y VIH, en población joven y adulta.

#### PROBLEMAS DE OFERTA (Gestión e inversión)

1. Infraestructura e instalaciones insuficientes e inadecuadas, con poca probabilidad de expansión o crecimiento
2. Áreas que no cumplen con los requisitos mínimos de la normatividad vigente.
3. Ineficiente funcionamiento del sistema de referencia y contrarreferencia
4. Insuficiente abastecimiento de medicamentos e insumos
5. Falta de actualización, desconocimiento y aplicación en documentos normativos y de gestión
6. Limitado presupuesto
7. Insuficiente cobertura de la red informática
8. Cultura organizacional débil que genera desmotivación y falta de identificación con la institución
9. Abastecimiento inadecuado, inoportuno e insuficiente de materiales, insumos y bienes a los servicios
10. Regulares condiciones para la atención de pacientes y promoción del uso racional de medicamentos en el Departamento de Farmacia.

### 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

En los pabellones A-1 y A-2 se alcanzaron esfuerzos de corte superiores a la resistencia de la albañilería y distorsiones cercanos al límite, en especial en la dirección de análisis Y. Por lo cual es recomendable reforzar ambos pabellones introduciendo placas de concreto armado y reforzando los muros de albañilería en ambas direcciones.

Ambos pabellones C y D deberán de reforzarse con placas de concreto armado, ya que sus derivas de entrepiso superan los límites de protección de tabiquería, y los esfuerzos en la dirección Y de análisis son muy altos en comparación con su resistencia al corte.

El Pabellón E deberá ser reforzado en sus muros a fin de reducir el esfuerzo de corte existente.

En el pabellón F se recomienda reforzar la tabiquería colocándole malla electrosoldada para proteger su integridad.

En el pabellón H se recomienda la inclusión de placas de concertó armado para rigidizar la estructura, incrementa la resistencia y disminuir los esfuerzos en la tabiquería.

### 9.2. Componente No estructural

En función de las distorsiones obtenidas en el análisis estructural, acorde a la sección 5, se procede a realizar las siguientes recomendaciones a fin de mitigar los efectos negativos que se pueden tener ante un evento sísmico, estas acciones están relacionadas con el componente no estructural.

MITIGACIÓN DE VULNERABILIDAD DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

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.

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

### 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 83.** Monitor fijado con correas al mueble de escritorio y evitar su caídas ante movimientos sísmicos.



**Figura 84.** Equipos como impresoras deben estar sujetos a asegurados para evitar su desplazamiento ante movimientos sísmicos.

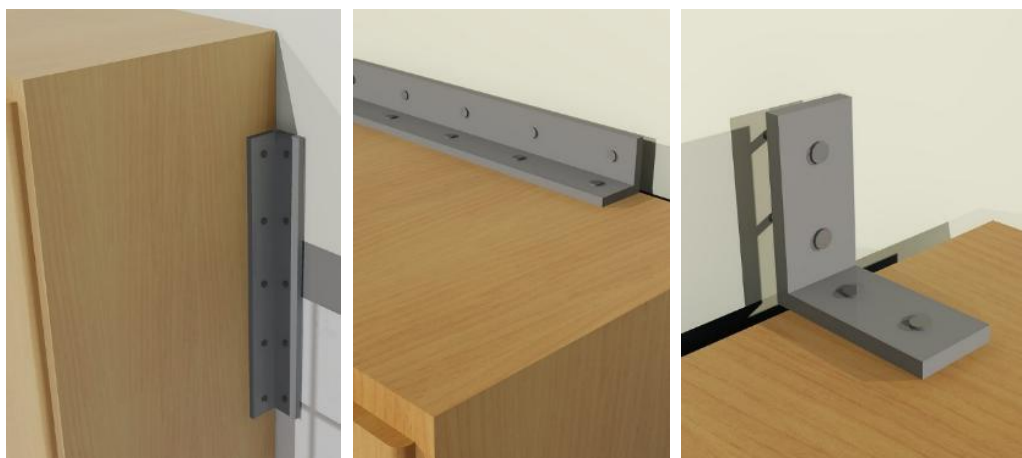
**Mobiliario.-** Los muebles de diverso tipo deben estar, por tanto, firmemente fijados y estabilizados y las puertas permanecerán cerradas. Las estanterías deben tener bordes levantados para que los productos, materiales u objetos contenidos no salgan disparados. Los contenedores y otros grandes volúmenes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



**Figura 85.** Archiveros deben estar asegurados y evitar caídas que obstruyan salidas o corredores de evacuación. .



**Figura 86.** 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 87.** Los sistemas de aseguración pueden ser de diferentes tipos, en las zonas laterales o partes superiores, el objetivo es contar con puntos de sujeción ante volcamientos o caídas.

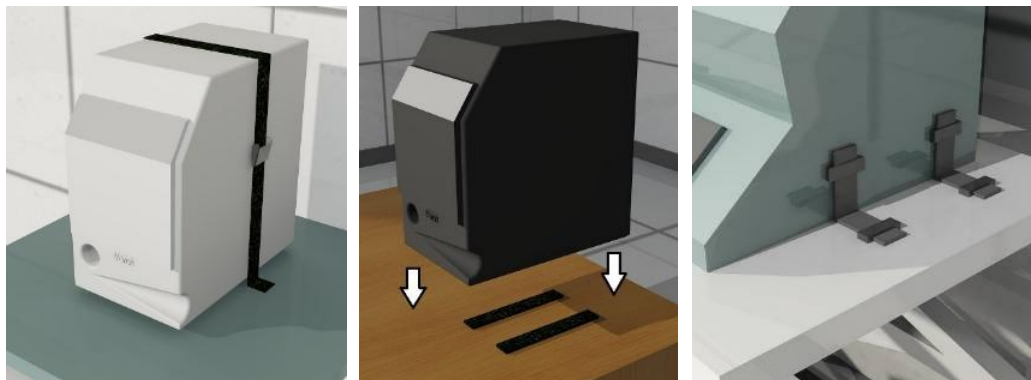
**Administración y archivos:** Las zonas que albergan los servicios administrativos cuentan esencialmente de mesas de despacho, de mobiliario de almacenamiento de documentos y de material informático. Los movimientos sísmicos pueden destruirlos con la consiguiente pérdida de documentos de información.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



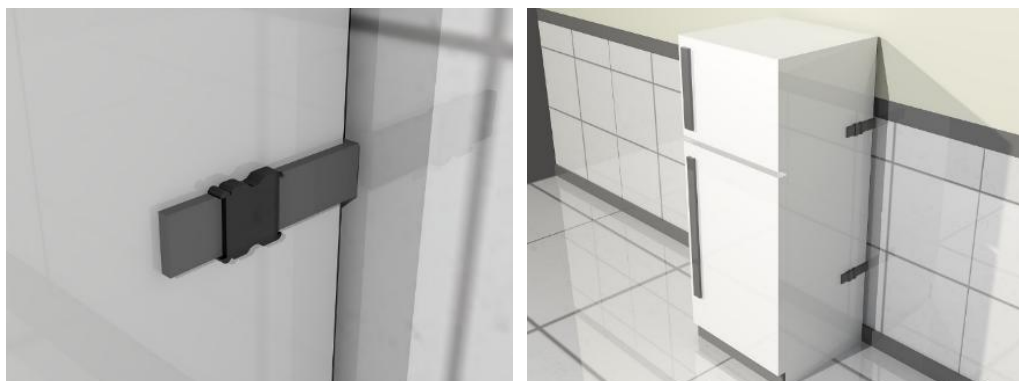
**Figura 88.** Formas de asegurar equipos electrónicos, mediante seguros de correas

#### 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 89.** Formas de asegurar equipos fijos, mediante cintas antideslizantes y/o seguros de correas y/o cintas de adherencia.



**Figura 90.** 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

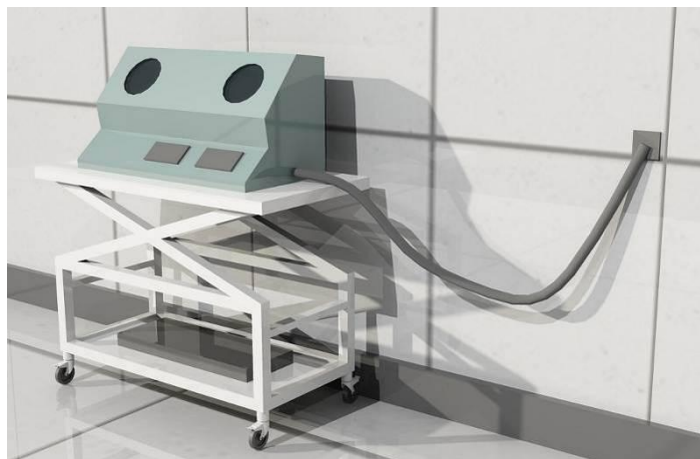
Es necesario mejorar su medio de sujeción a fin de evitar deslizamientos y/o caída del equipamiento y la pérdida del equipo y posible daño a su entorno ante inventos sísmicos, se debe tomar en cuenta recomendación de la imagen en el punto 9.2.4.

### 9.2.9. Esterilización

Servicio que viene siendo intervenido 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.

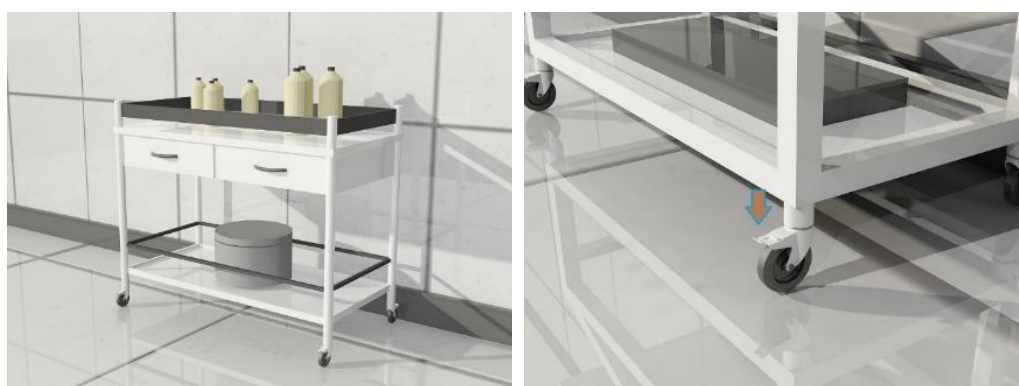


**Figura 91.** Conexión a alimentadores de energía debidamente canalizados y debidamente agrupados.

### 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 92.** 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.

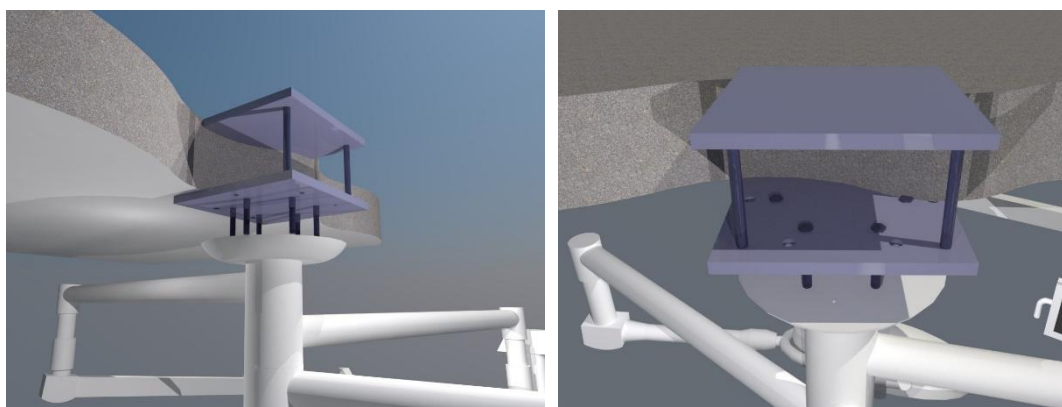


**Figura 93.** Sistema de aseguramiento de las unidades almacenadas en las estanterías, se evita caída de estanterías y desplazamiento y caída del contenido.

### 9.2.13. Elementos Suspendidos

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

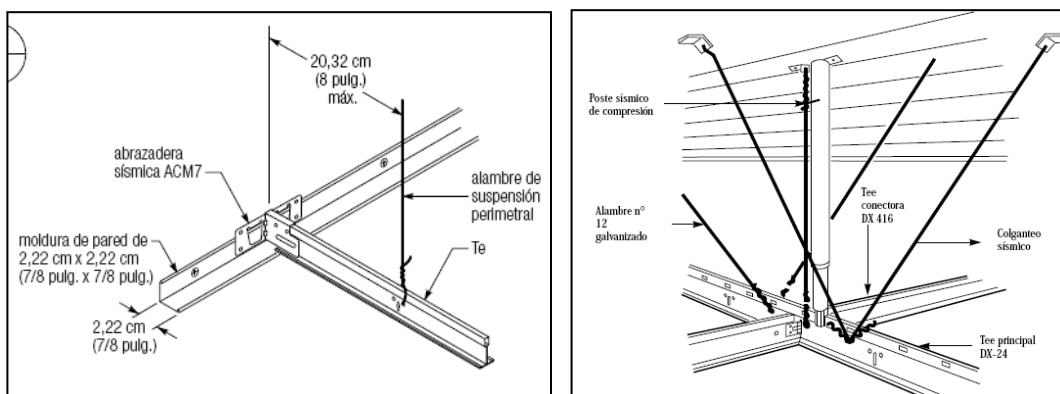
Para el caso del hospital no se existe en su mayoría equipamiento como cialíticas o brazos quirúrgicos, pues son estos rodables. Sin embargo se debe tener en cuenta que los elementos suspendidos deben fijarse de forma que se evite el balanceo. Los diferentes elementos que los forman estarán a su vez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



**Figura 94.** Aseguramiento de equipos fijados en techo, se debe verificar correcta sujeción a fin de evitar balanceo.



Asimismo, en los ambientes donde exista falso cielo raso se debe verificar la fijación de este a fin de evitar en caso de movimiento de sísmico, el balanceo que genera la caída de baldosas y/o luminarias suspendidas.



**Figura 95.** Sujeción de falso cielo raso con seguros adicionales que evitan balanceo de la estructura.

### 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 Santa Rosa, así mismo se tendrán los siguientes beneficios:

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

### 9.3. Componente Funcional

#### 9.3.1. Estudio del Índice de Seguridad Hospitalaria

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

1. Organización del comité hospitalario para desastres y centro de operaciones de emergencia.			
ISH	ÍTEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
85	<b>Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres.</b> Solicitar el acta constitutiva del Comité y verificar que los cargos y firmas correspondan al personal en función.	El documento existe es operativo en el papel	Mantener el CHDC activo, con presupuesto anual que permita mantener un plan de trabajo y personal propio, especializado en GRD,
86	<b>El Comité está conformado por personal multidisciplinario.</b> Verificar que los cargos dentro del comité sean ejercidos por personal de diversas categorías del equipo multidisciplinario: director, jefe de enfermería, ingeniero de mantenimiento, jefe de urgencias, jefe médico, jefe quirúrgico, jefe de laboratorio y servicios auxiliares entre otros.	El Comité es multidisciplinario	Mantener la pluralidad del equipo del CHDC, supervisando la participación activa de sus miembros.
87	<b>Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas.</b> Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica	Las responsabilidades han sido asignadas, pero no han habido ensayos	Precisar y oficializar las funciones específicas de cada miembro del CHDC y realizar ensayos
88	<b>Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del hospital.</b> Verificar la sala destinada para el comando operativo que cuente con todos los medios de comunicación (teléfono, fax, Internet, entre otros).	Existe, pero no tiene equipos ni material	Mantener el local propio para el COE y abastecerlo de material y equipo
89	<b>El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro.</b> Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección.	El COE está en un área correspondiente al área administrativa, para acceder a él hay que pasar por los techos	Ubicar el COE o ambiente de reunión del CHDC en área con comprobada seguridad física y funcional.
90	<b>El COE cuenta con sistema informático y computadoras.</b> Verificar si cuenta con intranet e internet.	El COE cuenta con sistema informático y computadoras	
91	<b>El sistema de comunicación interna y externa del COE funciona adecuadamente.</b> 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 comunicación ni interna ni externa	Capacitar al operador de la central en códigos de alerta. Mantener operativos el sistema de comunicación interna y externa.
92	<b>El COE cuenta con sistema de comunicación alterna.</b> Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros.	En la actualidad no, pero están considerando la compra de altavoces	Fortalecer el sistema de comunicación alterna del hospital con ambulancias y red hospitalaria.

93	<b>El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado.</b> Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje.	Hay mobiliario pero falta implementación	Equipar al COE con mobiliario y equipo apropiado.
94	<b>El COE cuenta con directorio telefónico actualizado y disponible.</b> Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia (corroborar teléfonos en forma aleatoria).	Existe un directorio general del Hospital, pero requiere actualizarlo con respecto a personal y algunos teléfonos que no corresponden	Actualizar el directorio de personas e instituciones ligadas a la respuesta.
95	<b>“Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal.</b> 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 existen las tarjetas	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	<b>Refuerzo de los servicios esenciales del hospital.</b> 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)	Existe el Plan, pero el personal que no labora en el Servicio de Emergencia no conoce las actividades que debe realizar	Elaborar Plan de Respuesta frente a Emergencias y Desastres para cada área crítica del hospital. Fortalecer la ejecución del PPR 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres
97	<b>Procedimientos para la activación y desactivación del plan.</b> Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan.	La persona encargada de activar el Plan en caso que no se encuentre el Director o Jefe de Emergencia no está correctamente definido	Fortalecer la secuencia de activación y desactivación del Plan. Se sugiere incluir debriefing psicológico de los operadores al concluir la crisis.
98	<b>Previsiones administrativas especiales para desastres.</b> Verificar que el plan considere contratación de personal, adquisiciones en caso de desastre y presupuesto para pago por tiempo extra, doble turno, etc.	No se ha previsto esta necesidad	Regular las provisiones administrativas especiales para desastres, incluyendo contratación de personal especializado supernumerario.
99	<b>Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados.</b> El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	No existe un presupuesto específico para este rubro	Programar presupuesto anual específico para casos de desastre y asegurar que sea ejecutable (PPR 068).
100	<b>Procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad, incluyendo la disponibilidad de camas adicionales.</b> El plan debe incluir y especificar las áreas físicas que podrán habilitarse para dar atención a saldo masivo de víctimas:	Se ha identificado un área física pero la misma será difícil de ser habilitada pues se encuentra en plena vía pública	Gestionar la ampliación de las instalaciones del hospital, por la índole de su especialidad y/o construir establecimientos afines.
101	<b>Procedimiento para admisión en emergencias y desastres.</b> El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAJE.	El personal de Emergencia está capacitado y han realizado varios simulacros. El problema es que muchos de ellos están asignados a las ambulancias	Disponer de grupos múltiples de triaje para caso de desastre.
102	<b>Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas.</b> 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.).	Se ha identificado un área física pero la misma será difícil de ser habilitada pues se encuentra en plena vía pública. En caso de expansión mínima tienen el “Patio de la Amistad” donde pueden colocar 10 camas	Gestionar la provisión de líneas vitales y equipamiento para probable zona de expansión mejor definidas y sin riesgo para pacientes y personal
103	<b>Procedimientos para protección de expedientes médicos (historias clínicas).</b> El plan indica la forma en que deben ser tratados los expedientes clínicos e insumos necesarios para el paciente.	No se ha considerado este rubro en el Plan	Asegurar que la Hoja Clínica de Emergencia se integre a la Historia Clínica central.

104	<b>Inspección regular de seguridad por la autoridad competente.</b> 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.	Si existen inspecciones de seguridad periódica	Fortalecer las inspecciones internas de seguridad y gestionar su certificación.
105	<b>Procedimientos para vigilancia epidemiológica intra-hospitalaria.</b> Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intra-hospitalaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención a saldo masivo de víctimas	No se contempla en casos de desastres	Elaborar procedimiento de vigilancia epidemiológica intrahospitalaria para casos de desastres o atención de víctimas en masa.
106	<b>Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense.</b> Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres.	No existe el procedimiento y no se han identificado las áreas	Determinar lugar y elaborar procedimiento para ubicación temporal de cadáveres.
107	<b>Procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento.</b> <i>Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El personal de Emergencia está entrenado, pero no hay material ni insumos en caso de atención masiva de víctimas	Formalizar la implementación de procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento.
108	<b>Transporte y soporte logístico.</b> El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales, adecuados y en cantidad suficiente.	Cuenta únicamente con 3 ambulancias: dos son tipo II y una es tipo III, hay problemas con choferes y personal tripulante, se deben improvisar cuando son requeridos	Ampliar la dotación de ambulancias por la gran población de su jurisdicción.
109	<b>Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia.</b> El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos.	Debido al Órgano de Control Interno (OCI) que fiscaliza las compras, las mismas no permiten almacenar alimentos	Asignar mayor presupuesto a Nutrición para aumentar la reserva de raciones alimenticias para la contingencia.
110	<b>Asignación de funciones para el personal movilizado durante la emergencia.</b> <i>Las funciones están asignadas, el personal está capacitado y se cuenta con recursos para cumplir las funciones.</i>	Esta labor está realizada por Brigadistas, pero no cuentan con los recursos necesarios, raciones de alimentos, mochilas y demás	Fortalecer la identificación de los especialistas con la función asignada y promover los refuerzos para caso de emergencia o desastre.
111	<b>Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia.</b> El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos ( <i>garantizado para 72 horas</i> ).	No hay un área física determinada para este efecto	Ubicar y destinar un ambiente para garantizar el bienestar de personal adicional de emergencia.
112	<b>Vinculado al plan de emergencias local.</b> Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad.	Solo hay coordinaciones verbales con la PNP, no hay documentos escritos.	Articular el plan hospitalario con los planes locales y regionales
113	<b>Mecanismos para elaborar el censo de pacientes admitidos y referidos a otros hospitales.</b> El plan cuenta con formatos específicos que faciliten el censo de pacientes ante las emergencias	Se utiliza el libro de ingreso y egreso de pacientes en emergencia, no se ha considerado el manejo en caso de desastres	Diseñar procedimiento para un formato oficial de pacientes admitidos al Servicio de Emergencia en caso de desastre y difusión en la red.
114	<b>Sistema de referencia y contrarreferencia.</b> Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	Se utiliza el sistema manejado por el MINSa, mismo que colapsara en casos de Desastres	Implementar en el hospital una oficina de Referencia y Contrarreferencias con personal las 24 horas bajo la coordinación del Jefe de la Guardia.
115	<b>Procedimientos de información al público y la prensa.</b> 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>	Se ha considerado la información a la prensa, pero no hay un lugar determinado para tal efecto en caso de desastres si la infraestructura colapsa	Realizar simulacros de procedimiento de información al público y la prensa y ubicar un local alejado de los pacientes donde se pueda ofrecer información

116	<b>Procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados.</b> Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.	Funcionan los retenes en el día a día, no se conoce la capacidad de convocatoria en caso de desastres	Elaboración de los planes de contingencia por alerta verde.
117	<b>Procedimientos para evacuación de la edificación.</b> Verificar si existe plan o procedimientos para evacuación de pacientes, visitas y personal. Existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.	El personal no conoce cómo realizar la evacuación de pacientes, material y equipo	Realizar simulacros de evacuación y asignar funciones
118	<b>Las rutas de emergencia y salida son accesibles.</b> Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción.	Las salidas son muy estrechas, habría dificultad para desplazar camas	Educación en no obstaculizar las rutas de evacuación y analizar la posibilidad de ampliar las escaleras
119	<b>Ejercicios de simulación o simulacros.</b> Verificar que los planes sean puestos a prueba regularmente mediante simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. Los planes son puestos a prueba al menos una vez al año y son actualizados de acuerdo a los resultados de los ejercicios.	Se prueban cuando MINSA realiza los simulacros de acuerdo al cronograma de Defensa Civil	Realizar simulacros con supervisión de DISA Lima Ciudad y la OGDN

## 2. Plan operativo para desastres internos o externos

ISH	ÍTEM	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
96	<b>Refuerzo de los servicios esenciales del hospital.</b> 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)	Existe el Plan, pero el personal que no labora en el Servicio de Emergencia no conoce las actividades que debe realizar	Elaborar Plan de Respuesta frente a Emergencias y Desastres para cada área crítica del hospital. Fortalecer la ejecución del PPR 068: Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencia por Desastres
97	<b>Procedimientos para la activación y desactivación del plan.</b> Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan.	La persona encargada de activar el Plan en caso que no se encuentre el Director o Jefe de Emergencia no está correctamente definido	Fortalecer la secuencia de activación y desactivación del Plan. Se sugiere incluir debriefing psicológico de los operadores al concluir la crisis.
98	<b>Previsiones administrativas especiales para desastres.</b> Verificar que el plan considere contratación de personal, adquisiciones en caso de desastre y presupuesto para pago por tiempo extra, doble turno, etc.	No se ha previsto esta necesidad	Regular las provisiones administrativas especiales para desastres, incluyendo contratación de personal especializado supernumerario.
99	<b>Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados.</b> El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre:	No existe un presupuesto específico para este rubro	Programar presupuesto anual específico para casos de desastre y asegurar que sea ejecutable (PPR 068).
100	<b>Procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad, incluyendo la disponibilidad de camas adicionales.</b> El plan debe incluir y especificar las áreas físicas que podrán habilitarse para dar atención a saldo masivo de víctimas:	Se ha identificado un área física pero la misma será difícil de ser habilitada pues se encuentra en plena vía pública	Gestionar la ampliación de las instalaciones del hospital, por la índole de su especialidad y/o construir establecimientos afines.
101	<b>Procedimiento para admisión en emergencias y desastres.</b> El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAJE.	El personal de Emergencia está capacitado y han realizado varios simulacros. El problema es que muchos de ellos están asignados a las ambulancias	Disponer de grupos múltiples de triaje para caso de desastre.

102	<b>Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas.</b> 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.).	Se ha identificado un área física pero la misma será difícil de ser habilitada pues se encuentra en plena vía pública. En caso de expansión mínima tienen el "Patio de la Amistad" donde pueden colocar 10 camas	Gestionar la provisión de líneas vitales y equipamiento para probable zona de expansión mejor definidas y sin riesgo para pacientes y personal
103	<b>Procedimientos para protección de expedientes médicos (historias clínicas).</b> El plan indica la forma en que deben ser tratados los expedientes clínicos e insumos necesarios para el paciente.	No se ha considerado este rubro en el Plan	Asegurar que la Hoja Clínica de Emergencia se integre a la Historia Clínica central.
104	<b>Inspección regular de seguridad por la autoridad competente.</b> 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.	Si existen inspecciones de seguridad periódica	Fortalecer las inspecciones internas de seguridad y gestionar su certificación.
105	<b>Procedimientos para vigilancia epidemiológica intra-hospitalaria.</b> Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intra-hospitalaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención a saldo masivo de víctimas	No se contempla en casos de desastres	Elaborar procedimiento de vigilancia epidemiológica intrahospitalaria para casos de desastres o atención de víctimas en masa.
106	<b>Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense.</b> Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres.	No existe el procedimiento y no se han identificado las áreas	Determinar lugar y elaborar procedimiento para ubicación temporal de cadáveres.
107	<b>Procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento.</b> Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	El personal de Emergencia está entrenado, pero no hay material ni insumos en caso de atención masiva de víctimas	Formalizar la implementación de procedimientos para triaje, reanimación, estabilización y tratamiento.
108	<b>Transporte y soporte logístico.</b> El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales, adecuados y en cantidad suficiente.	Cuenta únicamente con 3 ambulancias: dos son tipo II y una es tipo III, hay problemas con choferes y personal tripulante, se deben improvisar cuando son requeridos	Ampliar la dotación de ambulancias por la gran población de su jurisdicción.
109	<b>Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia.</b> El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos.	Debido al Órgano de Control Interno (OCI) que fiscaliza las compras, las mismas no permiten almacenar alimentos	Asignar mayor presupuesto a Nutrición para aumentar las reserva de raciones alimenticias para la contingencia.
110	<b>Asignación de funciones para el personal movilizado durante la emergencia.</b> Las funciones están asignadas, el personal está capacitado y se cuenta con recursos para cumplir las funciones.	Esta labor está realizada por Brigadistas, pero no cuentan con los recursos necesarios, raciones de alimentos, mochilas y demás	Fortalecer la identificación de los especialistas con la función asignada y promover los refuerzos para caso de emergencia o desastre.
111	<b>Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia.</b> El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos ( <i>garantizado para 72 horas</i> ).	No hay un área física determinada para este efecto	Ubicar y destinar un ambiente para garantizar el bienestar de personal adicional de emergencia.
112	<b>Vinculado al plan de emergencias local.</b> Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad.	Solo hay coordinaciones verbales con la PNP, no hay documentos escritos.	Articular el plan hospitalario con los planes locales y regionales
113	<b>Mecanismos para elaborar el censo de pacientes admitidos y referidos a otros hospitales.</b> El plan cuenta con formatos específicos que faciliten el censo de pacientes ante las emergencias	Se utiliza el libro de ingreso y egreso de pacientes en emergencia, no se ha considerado el manejo en caso de desastres	Diseñar procedimiento para un formato oficial de pacientes admitidos al Servicio de Emergencia en caso de desastre y difusión en la red.



114	<b>Sistema de referencia y contrarreferencia.</b> Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	Se utiliza el sistema manejado por el MINSA, mismo que colapsara en casos de Desastres	Implementar en el hospital una oficina de Referencia y Contrarreferencias con personal las 24 horas bajo la coordinación del Jefe de la Guardia.
115	<b>Procedimientos de información al público y la prensa.</b> 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): Existe <i>el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Se ha considerado la información a la prensa, pero no hay un lugar determinado para tal efecto en caso de desastres si la infraestructura colapsa	Realizar simulacros de procedimiento de información al público y la prensa y ubicar un local alejado de los pacientes donde se pueda ofrecer información
116	<b>Procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados.</b> Existe <i>el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	Funcionan los retenes en el día a día, no se conoce la capacidad de convocatoria en caso de desastres	Elaboración de los planes de contingencia por alerta verde.
117	<b>Procedimientos para evacuación de la edificación.</b> Verificar si existe plan o procedimientos para evacuación de pacientes, visitas y personal. Existe <i>el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.</i>	El personal no conoce cómo realizar la evacuación de pacientes, material y equipo	Realizar simulacros de evacuación y asignar funciones
118	<b>Las rutas de emergencia y salida son accesibles.</b> Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción.	Las salidas son muy estrechas, habría dificultad para desplazar camas	Educar en no obstaculizar las rutas de evacuación y analizar la posibilidad de ampliar las escaleras
119	<b>Ejercicios de simulación o simulacros.</b> 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 prueban cuando MINSA realiza los simulacros de acuerdo al cronograma de Defensa Civil	Realizar simulacros con supervisión de DISA Lima Ciudad y la OGDN

### 3. Planes de contingencia para atención médica en desastres.

ISH	ÍTEMES	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
120	<b>Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos.</b>	Solo cuentan con el Plan General para casos de Desastres	Elaborar plan de contingencia ante sismos
121	<b>Crisis sociales y terrorismo.</b>	Solo cuentan con el Plan General para casos de Desastres	Elaborar plan de contingencia ante crisis sociales
122	<b>Inundaciones y huracanes.</b>	No aplica	
123	<b>Incendios y explosiones.</b> Existe <i>el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Solo cuentan con el Plan General para casos de Desastres	Elaborar plan de contingencia ante incendios y explosiones.
124	<b>Emergencias químicas o radiaciones ionizantes.</b> Existe <i>el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Solo cuentan con el Plan General para casos de Desastres	Elabora el plan de contingencia respectivo
125	<b>Agentes, con potencial epidémico.</b> Existe <i>el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Solo cuentan con el Plan General para casos de Desastres	Actualizar los planes de contingencia ante epidemia: Influenza.
126	<b>Atención psico-social para pacientes, familiares y personal de salud.</b> Existe <i>el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Solo cuentan con el Plan General para casos de Desastres	Elaborar plan de contingencia de atención psicosocial en desastres
127	<b>Control de infecciones intra-hospitalarias.</b> Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: Existe <i>el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	Solo cuentan con el Plan General para casos de Desastres	Fortalecer el control de infecciones intrahospitalarias.

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

ISH	ÍTEMES	CONCLUSIONES	RECOMENDACIONES
136	<b>Medicamentos.</b> 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>	No hay un stock para casos de desastres debido a la dificultad administrativa de las compras vigilados por el Organismo de Control Interno (OCI)	Implementar Kit de medicamentos de trauma básico y avanzado para desastres
137	<b>Material de curación y otros insumos.</b> 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>	No hay un stock para casos de desastres debido a la dificultad administrativa de las compras vigilados por el Organismo de Control Interno (OCI)	Implementar Kit de material de curación y otros insumos para desastres
138	<b>Instrumental.</b> Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	No hay un stock para casos de desastres debido a la dificultad administrativa de las compras vigilados por el Organismo de Control Interno (OCI)	Implementar stock de instrumental para emergencias.
139	<b>Gases medicinales.</b> Verificar teléfonos y domicilio así como la garantía de abastecimiento por parte del proveedor. <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	El abastecimiento es rápido pero solo está planeado para la demanda diaria	Implementar las medidas necesarias para contar con gases medicinales en caso de desastres
140	<b>Equipos de ventilación asistida (tipo volumétrico).</b> 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>	La dotación de ventiladores volumétricos solo cubre la demanda diaria de atención, no cuentan con ventiladoras volumétricos para áreas de expansión	Adquirir más ventiladores volumétricos
141	<b>Equipos electro-médicos.</b> 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>	La dotación de estos equipos solo cubre la demanda diaria de atención, no cuentan con ventiladoras volumétricos para áreas de expansión	Adquirir equipos médicos
142	<b>Equipos para soporte de vida.</b> <i>Garantizado para 72 horas o más.</i>	La dotación de estos equipos solo cubre la demanda diaria de atención, no cuentan con ventiladoras volumétricos para áreas de expansión	Implementar equipos para soporte de vida.
143	<b>Equipos de protección personal para epidemias (material desechable).</b> 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>	El personal de Emergencia cuenta con protección de bioseguridad adquirido por ellos mismos	Realizar requerimiento de equipos de protección personal para epidemias.
144	<b>Carro de atención de paro cardiorrespiratorio.</b> 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>	Los coches de paro existen en las diferentes áreas de hospitalización en casos de desastres no abastecerían más de 72 horas	Implementar mayor número de coche de paro cardiorrespiratorio.
145	<b>Tarjetas de triaje y otros implementos para manejo de víctimas en masa.</b> En el servicio de urgencias se difunde e implementa la tarjeta de TRIAJE 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>	No se cuenta con las tarjetas	Capacitar en el uso de tarjetas de triaje.



## Observaciones

El Hospital Santa Rosa tiene ambientes pequeños y con gran concentración de personas, cuenta con ambiente para el Centro de Operaciones de Emergencia pero no apropiado. Su Departamento de Diagnóstico por Imágenes no cuenta con tomógrafo ni resonador magnético.

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

El Análisis Situacional del Hospital Santa Rosa reporta que presenta alta vulnerabilidad frente a movimientos sísmicos, por tener parte de su infraestructura de más de 50 años, alternado con zonas de infraestructura nueva construidas con normas de sismo resistencia. Existe gran vulnerabilidad frente a eventos que incrementen la demanda de atención como accidentes de tránsito, violencia social, eventos de concurrencia masiva, incendios de centros comerciales ubicados dentro de la zona de influencia del hospital.

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

### Autoridades entrevistadas:

- Dr. William Rojas Pérez, Jefe del Servicio de Emergencia
- Dr. Ricardo Erick Caro Valencia, Jefe del Departamento de Emergencia y Cuidados Críticos.
- Sr. Luis Infantes Oblitas, Jefe de la Oficina de Estadística

### Coordinadores de la OGDN-MINSA:

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

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

No se dispone de un estudio hospitalario sobre la disponibilidad de organización recuperativa y recursos remanentes (o alternativos) en las áreas críticas a fin de lograr una recuperación rápida de sus

funciones primordiales en caso que el terremoto dañe sus instalaciones.

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

<b>Organización</b> Dispone su servicio de un plan específico de respuesta a desastre coordinado con el Plan de Respuesta a Emergencias y Desastres del Hospital
<b>Personal</b> Dispone su personal de una Tarjeta de Acción con los procedimientos individuales para respuesta en caso de desastre
<b>Mitigación funcional</b> Se han implementado medidas de mitigación funcional que reduzcan los efectos del impacto del terremoto y aseguren el funcionamiento resolutorio de sus instalaciones ocurrido el siniestro
<b>Evacuación</b> 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
<b>Local alternativo</b> Dispone de algún local o ambiente alternativo (incluso externo, local o carpa) donde seguir cumpliendo las funciones de su servicio en caso éste quede destruido o inutilizado y se ha entrenado en la viabilidad de su utilización
<b>Equipamiento alternativo</b> Dispone de reserva de equipamiento para reanudar las funciones de su área crítica en caso de daño o pérdida del equipamiento en actual uso
<b>Reserva de insumos</b> Dispone de reserva de insumos para atención masiva para caso de terremoto destructivo en caso de daño o pérdida de insumos en actual uso
<b>Personal alternativo</b> Tiene disponibilidad de algún personal -alternativo o externo (profesionales que no laboran en su hospital)- que pueda suplir al personal ausente en caso de desastre

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

Se obtuvo la siguiente información:

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

Octubre de 2013

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

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

Se encontró que no se dispone de un mecanismo de integración del Plan Hospitalario para Emergencias y Desastres con los planes de respuesta local, regional y de seguridad pública. Está en funcionamiento cotidiano una Central Nacional de Referencia de Urgencias y Emergencias (CENARUE), pero no hay un plan regional

que sistematice los establecimientos de salud y los servicios pres hospitalarios 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.

#### 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](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 de riesgo de desastre pero sí de un local permanente.  
*Su vulnerabilidad es de nivel medio.*
- b. *Plan Operativo para Desastres Internos y Externos.*  
Las instalaciones están sobreocupadas, se observan limitaciones operativas para los procedimientos de evacuación aunque hay un protocolo definido para el personal; no dispone de zonas seguras de expansión para caso de desastre.

*Su vulnerabilidad es alta.*

- c. *Planes de contingencia para atención médica de desastres.*  
Aunque están mencionadas en el plan general de respuesta a desastres no están consignadas en documentos específicos.  
*Su vulnerabilidad es alta.*
- d. *Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastre.*  
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 sobreocupada, el espacio sería insuficiente para afrontar una situación de desastre.  
*Su vulnerabilidad es alta por ser un hospital de referencia de un gran sector poblacional de la capital y ciudades vecinas.*
- f. *Otros servicios críticos del hospital.*  
Los espacios en general están sobreocupados y son muy difíciles de evacuar por el diseño arquitectónico y el número de ocupantes.  
*Su vulnerabilidad funcional es alta.*

***Todo ello lleva a concluir que, a pesar del importante avance observado en la organización del COE y del Plan Hospitalario para Emergencias y Desastres, las áreas críticas del hospital tienen una alta vulnerabilidad funcional 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 estrechez de local, dificultades para la evacuación, falta de áreas de expansión para caso de desastre, número insuficiente de profesionales, y preparación permanente de su personal en este tema en base a tarjetas de acción y metas programadas y comprobadas.



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 SANTA ROSA



*c. Planes de contingencia para atención médica de desastres.*

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

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

Gestionar se adecue la norma a la necesidad de mantener reserva de recursos para desastre por la alta sismicidad de la región y la importancia estratégica del establecimiento.

*e. El Servicio de Emergencia.*

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

*f. Otros servicios críticos del hospital.*

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

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

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

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

Merecen resaltarse los esfuerzos del sector y la labor desplegada por la Oficina General de Defensa Nacional del MINSA y otros ministerios, así como los esfuerzos de INDECI, SINAGERD y otras instituciones,

encaminados a la gestión del riesgo de desastres, a reducir la vulnerabilidad en sus diversas formas, y a mejorar los mecanismos de respuesta asistencial y administrativa.

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

#### **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.- Dotar al establecimiento con bombas de reserva para permitir el funcionamiento del sistema en casos de emergencia.
- 5.- Impermeabilizar las paredes de las cisternas
- 6.- Reemplazar las tapas de las cisternas con tapas sanitarias que eliminen la posibilidad de contaminación
- 7.- Proteger con epóxicos y pintura anticorrosiva las tuberías de agua para evitar la corrosión.

##### **9.4.2. Instalaciones Eléctricas**

Acondicionar el ambiente del grupo electrógeno, independización de los ambientes del G.E. con la sala de calderos, si como acondicionar un ambiente para las labores del personal de mantenimiento

Debe realizarse el Reordenamiento de cableado eléctrico, informático y de comunicaciones



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 SANTA ROSA



#### **9.4.3. Instalaciones Mecánicas**

Soterrar o aislar la infraestructura de los tanques de almacenamiento de petróleo de la sala de calderos de tal manera que sean ambientes independientes.

Implementar de balones de oxígeno el manifold de emergencia.

#### **9.4.4. Instalaciones Electromagnéticas**

Colocar una plataforma para mantenimiento y asegurar la instalación de los equipos de aire acondicionado que se encuentran instalados en forma adosada a la pared.

#### **9.4.5. Instalaciones Especiales**

Construir una caseta de protección de la intemperie para el manifold de emergencia de la central de oxígeno, así como asegurar con cadenas los balones de oxígeno

#### **9.4.6. Redes y Sistemas Informáticos de Comunicación**

Reordenamiento y canalización de los cables de comunicaciones que se encuentran expuestos y dispersos en forma desordenada



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

### 10.1.1. Documentación Técnica

En los pabellones A-1 y A-2 se alcanzaron esfuerzos de corte superiores a la resistencia de la albañilería y distorsiones cercanos al límite, en especial en la dirección de análisis Y. Por lo cual es recomendable reforzar ambos pabellones introduciendo placas de concreto armado y reforzando los muros de albañilería en ambas direcciones.

Ambos pabellones C y D deberán de reforzarse con placas de concreto armado, ya que sus derivas de entrepiso superan los límites de protección de tabiquería, y los esfuerzos en la dirección Y de análisis son muy altos en comparación con su resistencia al corte.

El Pabellón E deberá ser reforzado en sus muros a fin de reducir el esfuerzo de corte existente.

En el pabellón F se recomienda reforzar la tabiquería colocándole malla electrosoldada para proteger su integridad.

En el pabellón H se recomienda la inclusión de placas de concertó armado para rigidizar la estructura, incrementa la resistencia y disminuir los esfuerzos en la tabiquería.

### 10.1.2. 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. Los costos para el reforzamiento de los bloque a intervenir se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 13. Costo de intervención

Área	% Área a intervenir	Costo de intervención US\$
A-2	25%	642,360
A-1	25%	738,841
C	18%	461,376
D	18%	628,236
E	10%	40,080
F	10%	34,200
H	35%	466,200



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 SANTA ROSA





## 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. N°3. pags. 25-30.
- [6]. Omori, F. (1908)"On Micro-Tremors".*Bull. Imperial Earth. Investigations 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.



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 SANTA ROSA



## 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



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 SANTA ROSA



## ANEXO II

### REGISTRO DE MEDICIONES – VIBRACIÓN AMBIENTAL

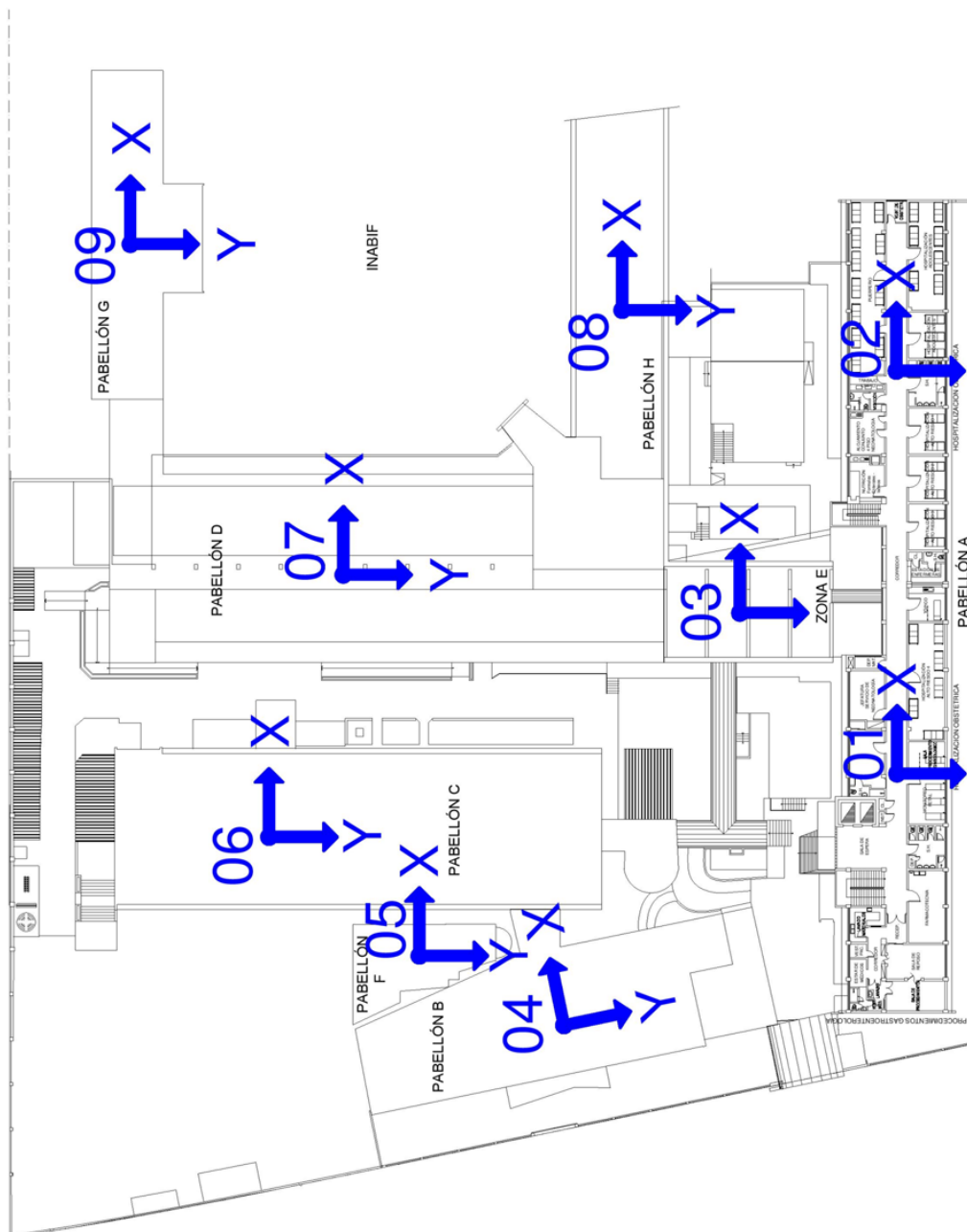


Figura AII-1. Ubicación de mediciones de microtremores.



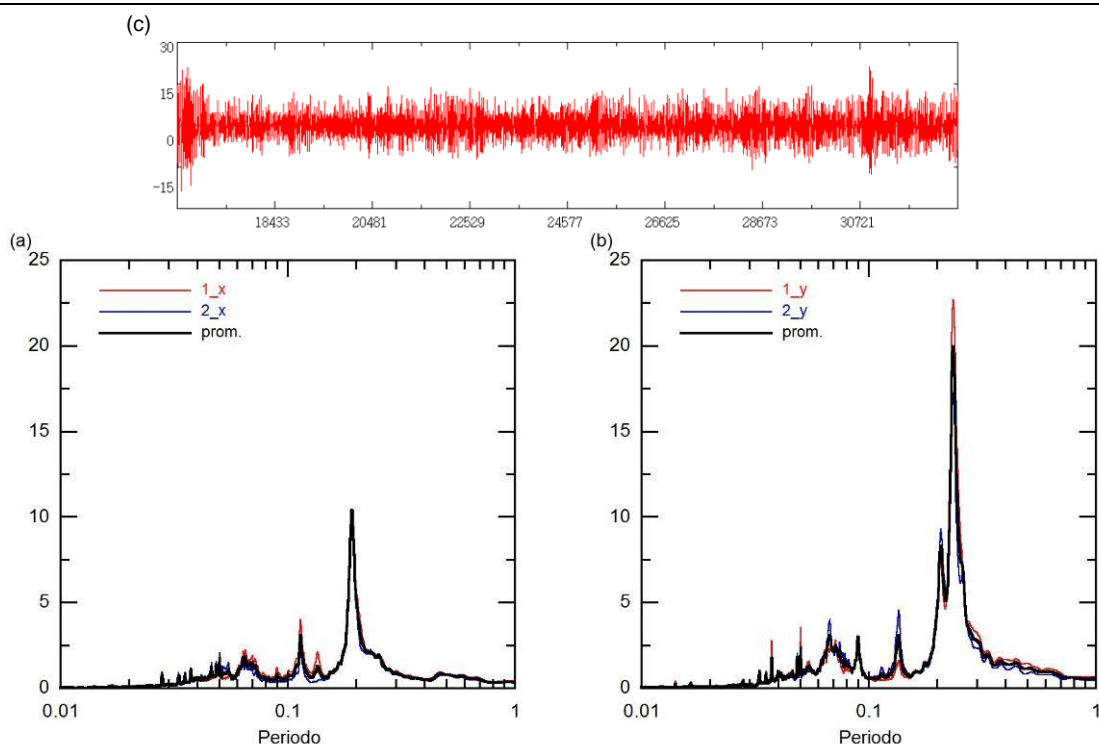


Figura AII-2. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 01.

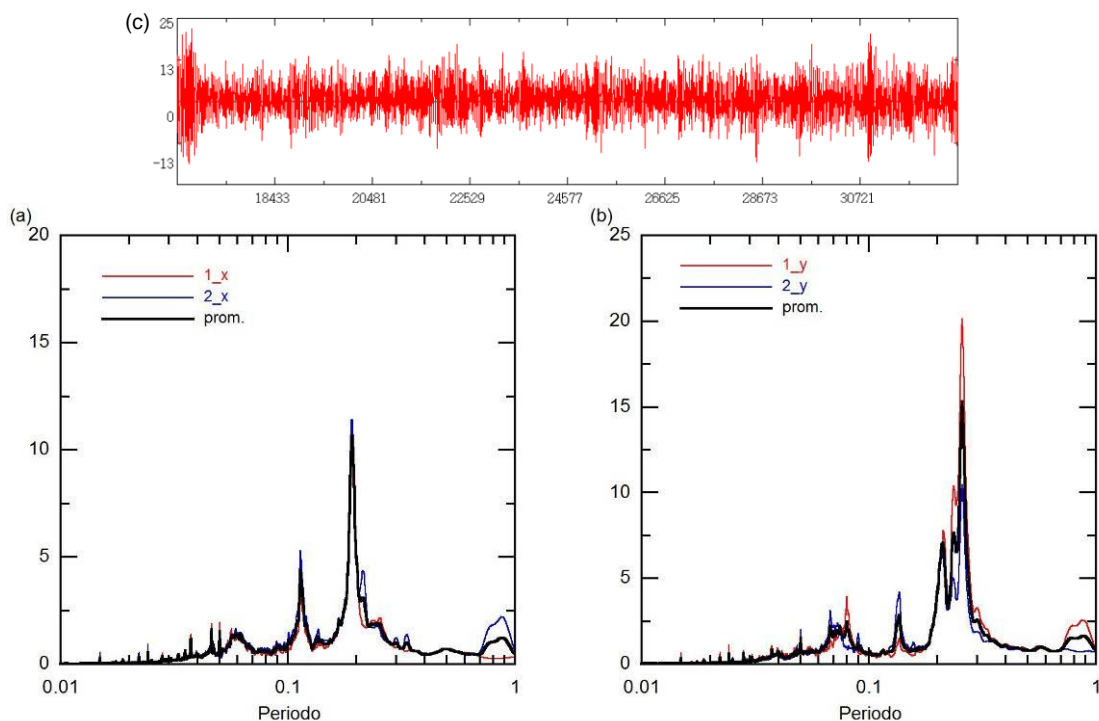


Figura AII-3. Espectros de Fourier en la (a) dirección X y (b) dirección Y del registro de microtremores (c) en el punto de medición 02.

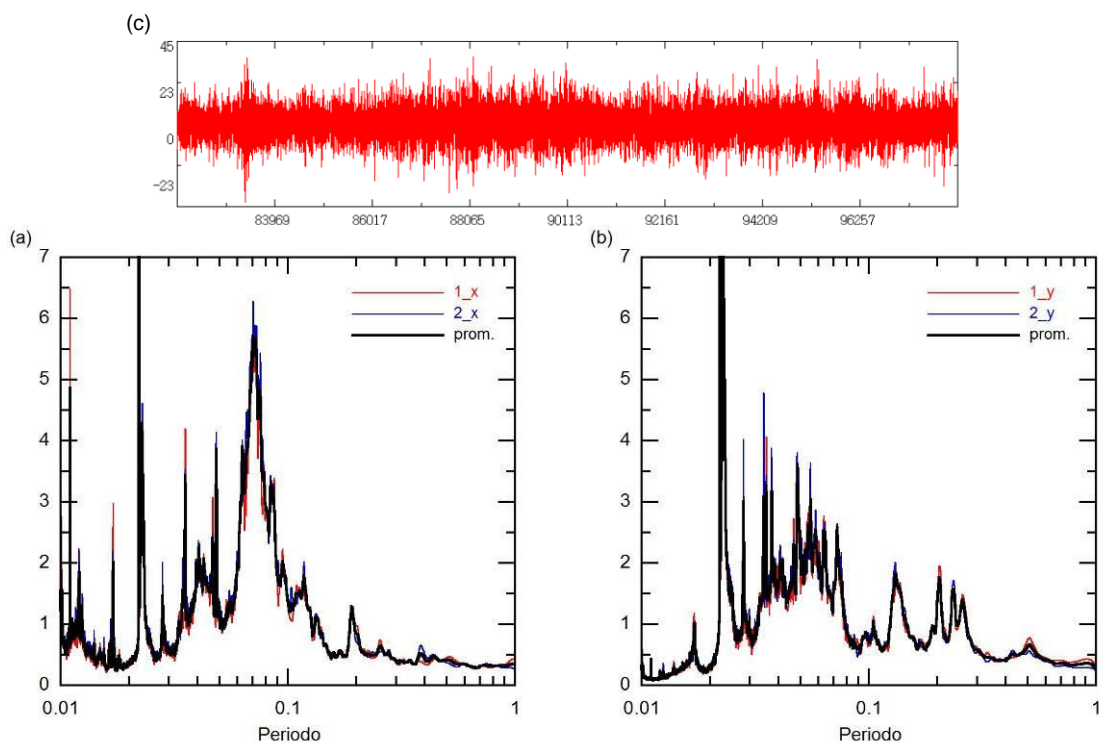


Figura AII-4. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 03.

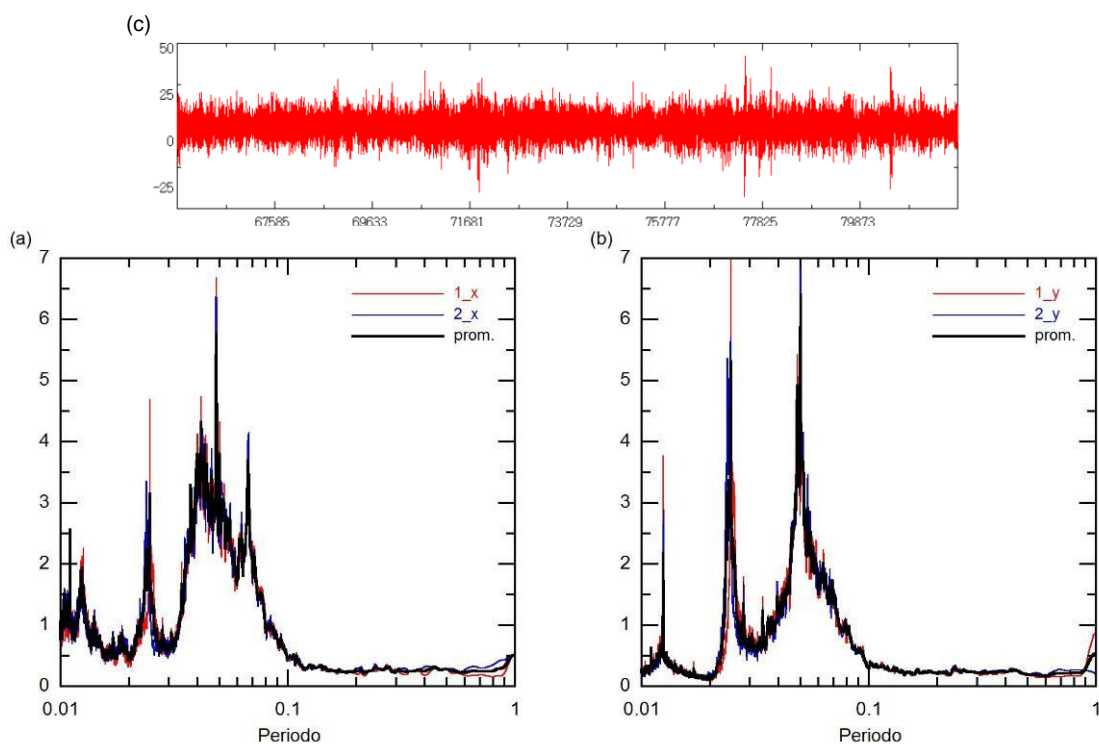


Figura AII-5. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 04.

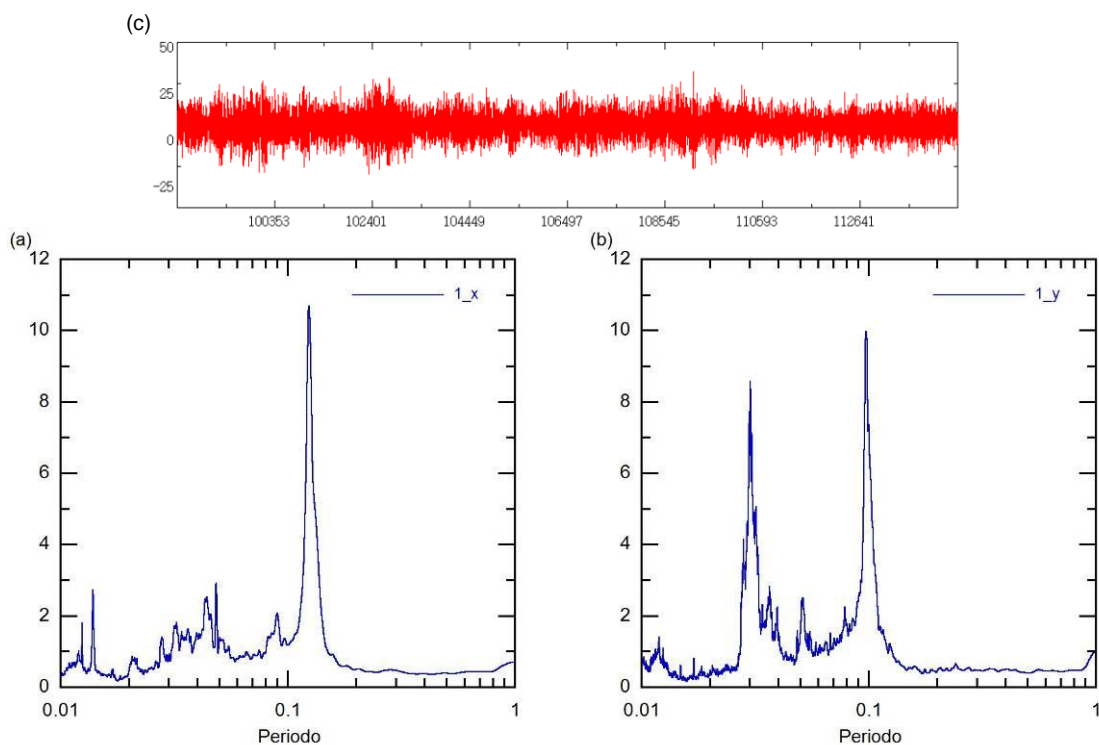


Figura AII-6. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 05.

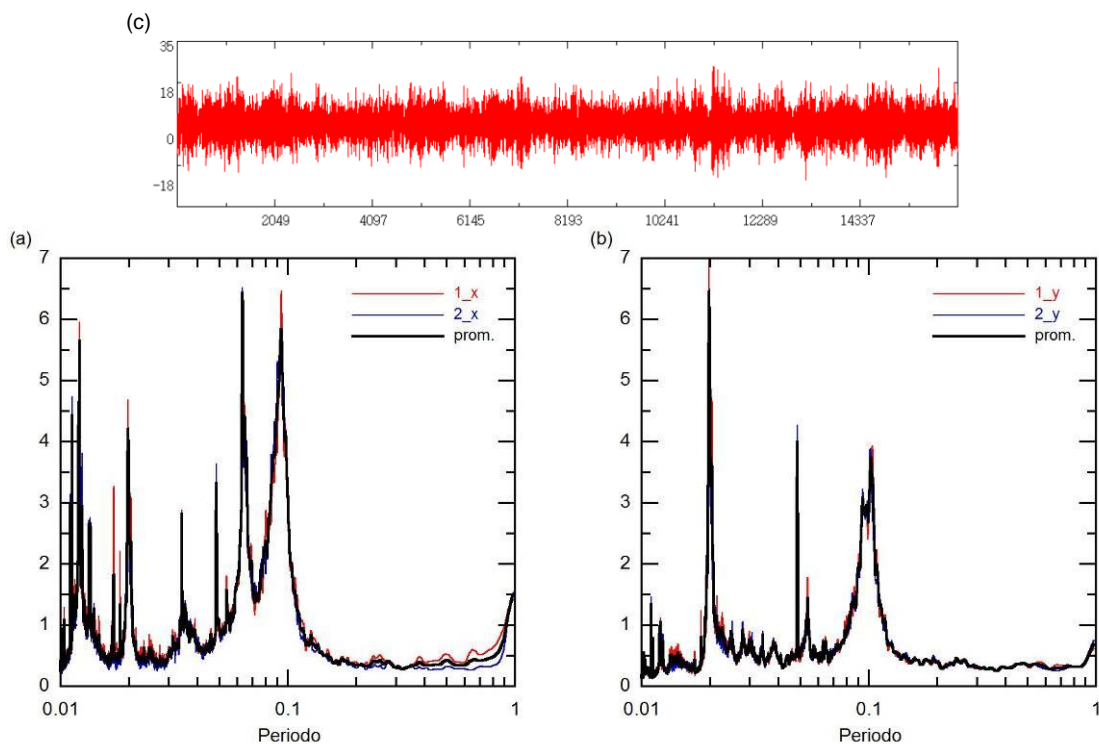


Figura AII-7. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 06.

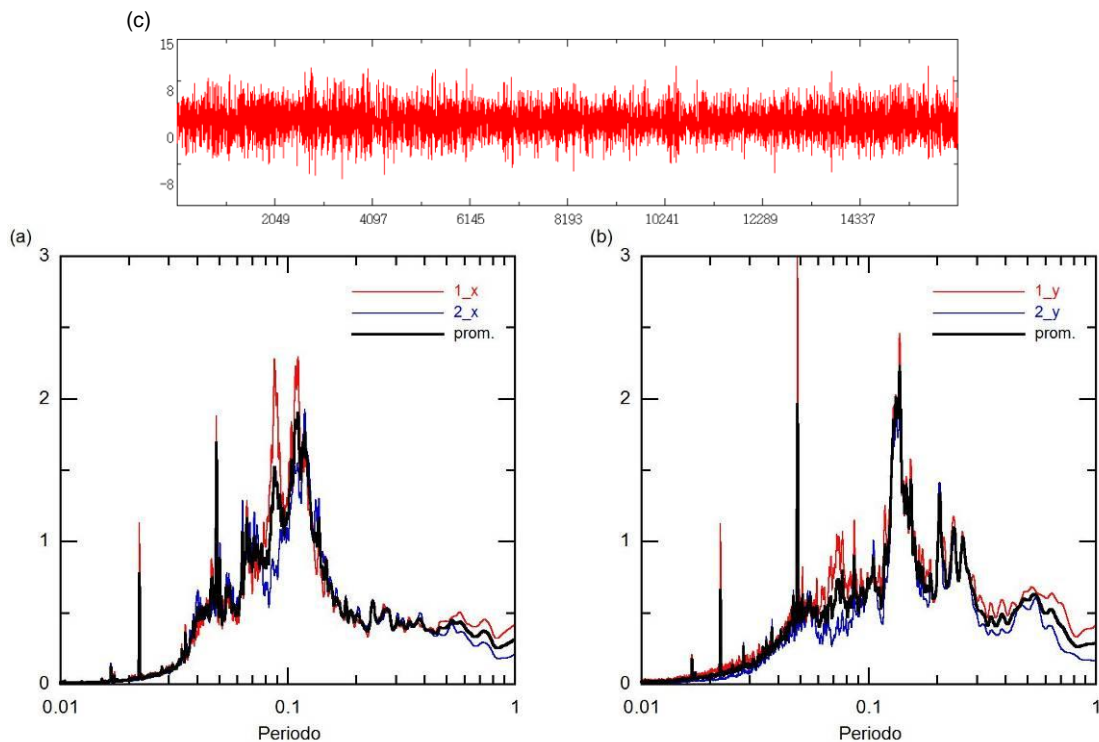


Figura AII-8. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 07.

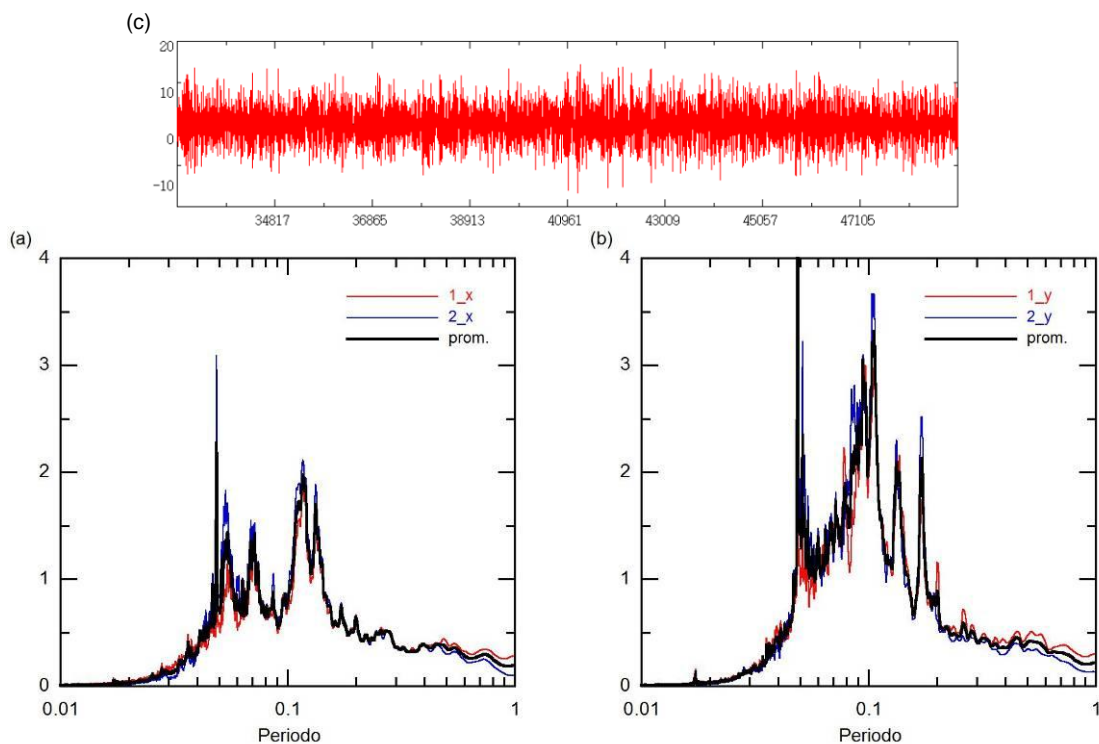
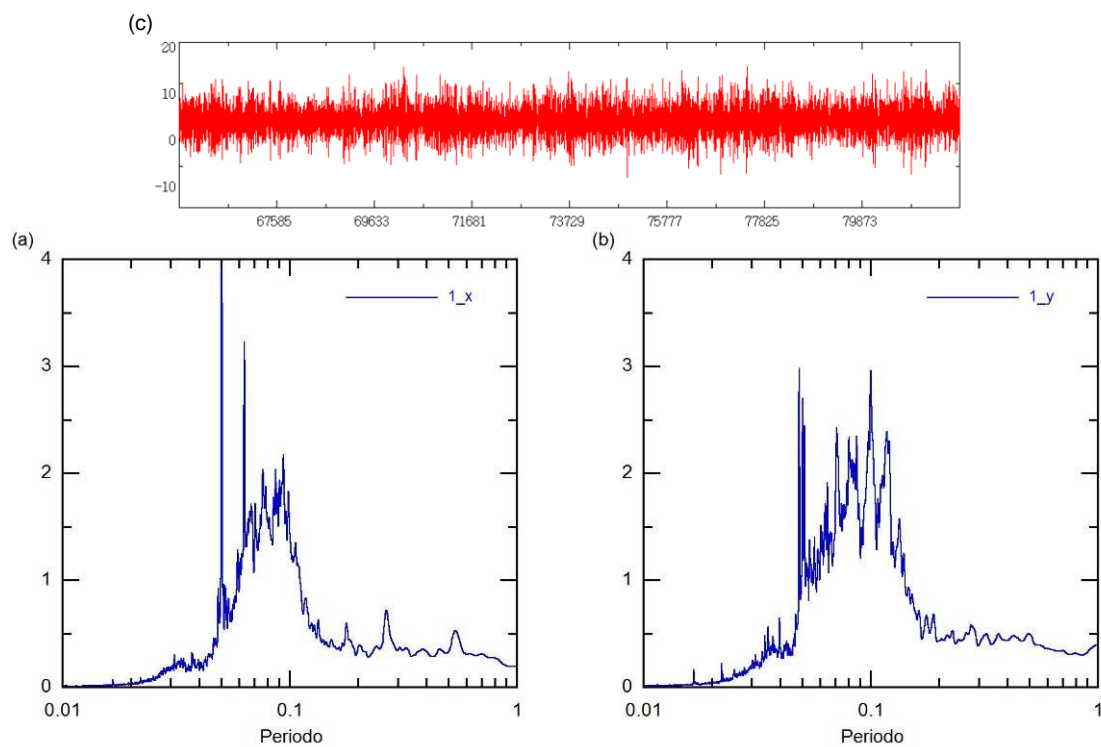


Figura AII-9. Espectros de Fourier en la dirección X (a) y dirección Y (b) del registro de microtremores (c) en el punto de medición 08.



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



PERÚ

Ministerio  
de Salud

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



## ANEXO III INSTALACIONES ELÉCTRICAS



1.-Grupo Electrónico de 74 kw relativamente nuevo, abastece áreas críticas



2.- Grupo electrónico de emergencia de 350kw.



3. Sub estación eléctrica exclusiva para el hospital



4. Generador de Vapor en sala de maquinas



5. Tanque de petróleo con materiales, escritorios y vestuarios



6. Instalaciones de vapor en el sótano





6. instalaciones de gas para el caldero



8. Ambiente de grupo electrógeno con materiales en desuso



9. Tablero eléctrico sin mandil de protección



10 Instalaciones térmicas en ducto de instalaciones

11. Canalizaciones y pase de instalaciones eléctricas entre pabellones y  
Cables de comunicaciones colgantes en desorden

12 Manifold de oxígeno de emergencia sin balones



13. Antena de comunicaciones en regular estado



14. Tanque criogénico de oxígeno y manifold sin caseta y con materiales de desperdicios



15. Sistema de aire acondicionado de áreas críticas con equipos acondicionados



16. Materiales en desuso en el pasadizo de acceso al grupo electrógeno



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 SANTA ROSA



## ANEXO IV ESTUDIO GEOTÉCNICO