

# EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL, NO ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL, FRENTE A PROBABLES EMERGENCIAS O DESASTRES EN EL HOSPITAL GENERAL DEL PUYO

Héctor Augusto Cobo Tinajero y Grey Barragán Aroca\*

Escuela de Gestión de Riesgo, Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador

Autor de correspondencia: Email greybarragan@gmail.com

Recibido 4 de septiembre de 2017 / Aceptado 21 de mayo de 2018

## RESUMEN

La evaluación de la vulnerabilidad en instalaciones hospitalarias es un tema de interés por su impacto socio-económico; los hospitales son sistemas en los que se evidencia vulnerabilidad no estructural y funcional, ya que permiten obtener de manera rápida y sencilla comparaciones entre diferentes estructuras con características similares. Para la evaluación de la vulnerabilidad estructural, no estructural, funcional, frente a probables emergencias o desastres en el Hospital General del Puyo, se aplicaron acciones de intervención así como el método simplificado de evaluación del riesgo de incendio Meseri a fin de determinar el nivel de riesgo ante eventos adversos.

**Palabras claves:** Evaluación, vulnerabilidad, índice de seguridad hospitalaria, impacto, intervención

## ABSTRACT

The evaluation of vulnerability in hospital facilities is a topic of interest due to its socio-economic impact. Hospitals are systems in which non-structural and functional vulnerability is evidenced, since they allow to obtain in a quick and simple way comparisons between different structures with similar characteristics. For the evaluation of structural, non-structural, functional vulnerability, in the face of probable emergencies or disasters in the General Hospital of Puyo, intervention actions have been applied as well as the simplified method of assessing the risk of fire Meseri in order to determine the level of risk to adverse events.

**Key words:** Evaluation, vulnerability, hospital safety index, impact, intervention

## INTRODUCCIÓN

Los hospitales y clínicas requieren de consideraciones especiales en relación con la mitigación de riesgos debido a sus características de ocupación y a su papel durante situaciones de desastre. Para mencionar un sólo caso, durante los sismos del 19 de septiembre de 1985 en México, tres de las más grandes instituciones de salud de dicha ciudad fueron seriamente afectadas: El Centro Médico Nacional del IMSS, el hospital General y el hospital Benito Juárez. Entre camas destruidas y las que fue necesario evacuar, los sismos produjeron un déficit súbito de 5829 camas; en el hospital General murieron 295 personas y en el Juárez, 561; entre las cuales se encontraban pacientes, médicos, enfermeras, personal administrativo, visitantes y recién nacidos.

Por otro lado la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) hacen las siguientes recomendaciones:

1. En todas las instalaciones donde operan servicios de salud deben realizarse análisis de vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones y de sus equipos hospitalarios esenciales.
2. El cumplimiento de especificaciones para la reducción de riesgos debe ser un requisito de los procedimientos de adquisición de equipos hospitalarios.
3. Los planes hospitalarios de preparativos para desastres deben ser revisados con el fin de incluir, dentro de sus procedimientos, análisis de vulnerabilidad y medidas de intervención para el mejoramiento de las instalaciones existentes.
4. Los administradores, constructores y personal de mantenimientos de los servicios de salud deben tener un conocimiento básico de los requisitos de arquitectura e ingeniería que deben cumplir sus instalaciones para soportar la acción de posibles amenazas naturales.
5. Los hospitales deben tener en un lugar seguro información y planos actualizados de arquitectura e ingeniería de sus edificaciones y sistemas tecnológicos.

Además como sostiene la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS): “Es importante, sin embargo, dejar claro que no basta con analizar la vulnerabilidad de las estructuras, sino que también es necesario descifrar la estructura de la vulnerabilidad: ¿qué o quién es vulnerable y por qué?”, por ello se evaluó este edificio considerado como una línea vital dentro de la ciudad del Puyo.

Los hospitales y los establecimientos de la salud en general son sistemas expuestos que pueden sufrir graves daños como consecuencia de la ocurrencia de fenómenos naturales intensos. En otras palabras, el riesgo de los establecimientos de la salud puede llegar a ser muy alto, razón por la cual es necesario construir las nuevas edificaciones con requisitos adecuados de acuerdo con las amenazas naturales de cada zona. También es necesario evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones existentes, con el fin de identificar sus debilidades y así planificar, diseñar y ejecutar las intervenciones físicas o las reestructuraciones que sean necesarias.

En América Latina y el Caribe, entre 1981 y 1996, un total de 93 hospitales y 538 unidades de salud fueron dañados sensiblemente a consecuencia de desastres naturales, ya sea por haber colapsado o haber quedado en condiciones vulnerables que exigieron su desalojo. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), las pérdidas directas acumuladas por este concepto en la Región ascendieron a 3.120 millones de dólares, lo que podría compararse a una situación extrema en la que 20 países de la región hubiesen sufrido (cada uno) la demolición de 6 hospitales de primer nivel y 25 unidades de salud. Lo anterior revela la necesidad de revisar la estrategia de diseño y los criterios para la construcción de instalaciones hospitalarias en zonas propensas a desastres.

Los administradores, personal médico, constructores y personal de mantenimiento de los servicios de salud deben tener un conocimiento básico de los requisitos que deben cumplir sus establecimientos para soportar la acción de posibles amenazas naturales. Los hospitales deben mantener en un lugar seguro información y planos actualizados de arquitectura, ingeniería y sistemas tecnológicos de sus edificaciones. Los movimientos sísmicos son uno de los principales eventos que han afectado al territorio ecuatoriano, a la ciudad del Puyo cuya historia de la actividad sísmica refleja que antiguamente existieron varios movimientos sísmicos.

Desde otro punto de vista, la ciudad del Puyo es vulnerable a sufrir algunos eventos: procesos sísmicos, susceptibilidad movimientos en masa (deslizamientos y hundimientos de tierras), caída de ceniza de volcánica por erupción del volcán Tungurahua, debido a varios factores como su ubicación geográfica, historia sísmica, geología y geomorfología irregular, construcciones en zonas de alto riesgo no aptas para vivir, etc. Todo esto lleva a que la ciudad es susceptible ante estos fenómenos socio naturales.

Con el actual estudio, se proyecta contribuir al mejoramiento del nivel de prevención y preparación, contemplando los aspectos estructurales, no estructurales y funcional para enfrentar los escenarios de emergencias y desastres que fortalezca la capacidad institucional, de esta manera se recomienda elaborar una estrategia de intervención para reducción de riesgos de desastres. Una Investigación de vulnerabilidad tiene como finalidad descubrir en una edificación existente los puntos débiles que fallarían al ocurrir un evento adverso. Esta vulnerabilidad se evalúa para los elementos estructurales (columnas, vigas, aligerados, placas, etc.), como para los no estructurales (tabiques, equipos, tuberías, vidrios, etc.).

## VARIABLES DE ESTUDIO

- A. VARIABLE INDEPENDIENTE: Vulnerabilidad estructural, no estructural y funcional del Hospital General del Puyo (Tabla 1a).
- B. VARIABLE DEPENDIENTE: Capacidad de reacción y respuesta ante emergencias y/o eventos adversos (Tabla 1b).

## ÍNDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA

El **Índice de Seguridad Hospitalaria** es una herramienta de evaluación rápida, confiable, y de bajo costo, que proporciona una idea inmediata de la probabilidad de que un establecimiento de salud continúe funcionando en casos de desastre. Al determinar el índice de seguridad de un hospital, que también toma en cuenta el medio ambiente y la red de servicios de salud a los que pertenece, los países y responsables de tomar decisiones, tendrán una idea más amplia de su capacidad para responder a emergencias o desastres de gran magnitud. El **Índice de Seguridad Hospitalaria** no reemplaza a los detallados y costosos estudios de vulnerabilidad, sin embargo, y debido a que es barato y fácil de aplicar, es un primer paso importante para los países, a fin de priorizar las inversiones para el mejoramiento de la seguridad de sus establecimientos de salud.

### CALCULANDO EL ÍNDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA

Hay una serie de pasos para calcular el Índice de Seguridad Hospitalaria. Se inicia con la aplicación de una lista estandarizada de verificación para evaluar una serie de componentes y sus niveles de seguridad. Un sistema de calificación asigna un valor numérico a cada aspecto de acuerdo a su importancia relativa en contribuir a la capacidad de un hospital para resistir un desastre y seguir funcionando. El Índice de Seguridad Hospitalaria es calculado automáticamente.

Ubicando el valor del Índice de Seguridad en una de las tres categorías de seguridad, ayuda a las autoridades a determinar qué establecimientos de salud necesitan intervención más urgente.

En la **Categoría A** se ubican los establecimientos de salud que protegen la vida de sus ocupantes y probablemente continuarán funcionando en situaciones de desastre.

La **Categoría B** es asignada a los establecimientos que pueden permanecer en pie en casos de desastre, pero cuyo equipamiento y servicios críticos están en riesgo.

La **Categoría C** corresponde a un establecimiento de salud que no garantiza la vida y seguridad de los ocupantes y tiene alta probabilidad de dejar de funcionar en casos de desastre.

Determinar el puntaje de seguridad posibilita que los establecimientos de salud establezcan medidas de mantenimiento y monitoreo e implementar acciones para mejorar la seguridad en el mediano plazo. Esta visión rápida proporcionará a los países y responsables de tomar decisiones, un punto de partida para establecer prioridades y reducir el riesgo y vulnerabilidad de los establecimientos de salud.

Tabla 1a: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Variable Independiente Vulnerabilidad Estructural, No Estructural y Funcional	<b>Vulnerabilidad Estructural.</b> Se mencionan a aquellos elementos de un edificio que lo conservan en pie.	Vulnerabilidad Estructural	Componentes de la estructura del Hospital: cimientos, columnas, vigas muros portantes y diafragmas.	Bajo Medio Alto
	<b>Vulnerabilidad No Estructural.</b> Son los componentes de una edificación que están acoplados a las partes estructurales.	Vulnerabilidad No Estructural	Componentes arquitectónicos, equipos e instalaciones:  Ventanas, cerramientos tabiques, cielos rasos, techos, puertas.  Conexiones eléctricas, plomería, sanitarias, sistemas de climatización  Muebles de oficina, Equipos médicos, equipos tecnológicos depósitos de medicamentos e insumos.	Bajo Medio Alto  Bajo Medio Alto  Bajo Medio Alto
	<b>Vulnerabilidad Funcional.</b>  En cuanto a la función, el daño o pérdida de algunos elementos podría dar como resultado un serio trastorno en la prestación del servicio. Aun cuando no exista un riesgo directo para las personas, sí lo habría en forma indirecta a través de la pérdida de la función del equipo o sistema.	Vulnerabilidad Funcional	Aspectos organizativos técnicos gerenciales, sociales y asistenciales:  Comité de Operaciones en Emergencia en Salud para eventos adversos y Equipo de Pronta Respuesta.  Planes de gestión del riesgo, emergencia, contingencia, evacuación hospitalarios.  Planes de mantenimiento preventivos y correctivos de los equipos y servicios vitales.  Recursos disponibles de instrumental, equipo médico e insumos, para enfrentar eventos adversos.	Bajo Medio Alto  Bajo Medio Alto  Bajo Medio Alto  Bajo Medio Alto

Tabla 1b: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DEPENDIENTES

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
<b>Variable Dependiente</b>  Eficacia de respuesta para enfrentar situaciones de emergencias y/o eventos adversos.	Representa los recursos con los que cuenta el Centro Hospitalario, para mitigar el riesgo o para enfrentar una situación de emergencia y/o evento adverso	Capacidad de los funcionarios	Funcionarios preparados para intervenir en caso de emergencias y/o eventos adversos.  Cantidad de funcionarios en el Hospital	Bajo, Medio, Alto  Bajo Medio Alto
		Logística	Cantidad suficiente de medicamentos, insumos médicos, materiales de curación y equipos médicos para afrontar estados de emergencias y/o eventos adversos.	Bajo, Medio, Alto

## COMPONENTES DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA

### Formularios de Evaluación

**Formulario 1: Información general del establecimiento de salud.** Este formulario debe ser completado por el comité de desastres del hospital antes de la evaluación e incluye información del nivel de complejidad del establecimiento de salud, la población a la que atiende, especialidades médicas y otros servicios disponibles, así como detalles sobre el personal de salud.

**Formulario 2: Lista de Verificación de Hospitales Seguros.** Este formulario es usado por un equipo entrenado de evaluadores para verificar el nivel de seguridad de 145 aspectos o elementos del establecimiento de salud. Los elementos a ser evaluados se encuentran agrupados en cuatro componentes: ubicación, estructural, no estructural, y funcional, y su capacidad de permanecer funcionando durante emergencias y desastres.

**Guía del Evaluador:** La Guía del Evaluador es la herramienta principal de capacitación. Fue desarrollada para brindar orientación y estandarizar los criterios de evaluación de los establecimientos de salud, tanto en un contexto individual, como en relación a la red de servicios de salud. La Guía es utilizada por un equipo multi-disciplinario de evaluadores que incluye: ingenieros, arquitectos, médicos, enfermeras, técnicos y otros que hayan recibido entrenamiento previo. La Guía explica la metodología y las bases conceptuales del Índice de Seguridad Hospitalaria y también explica cómo calcular e interpretar los resultados de la evaluación de seguridad de los establecimientos de salud.

**Modelo Matemático:** Los niveles de seguridad asignados a cada componente de la Lista de Verificación se registran en una hoja electrónica de Excel que utiliza fórmulas para calcular automáticamente un valor numérico para cada uno de los 145 componentes evaluados, ubicándolos dentro de una de las tres categorías de seguridad: alta, media o baja. Es importante notar que los valores dados para cada componente son sopesados de acuerdo a una serie de fórmulas pre-acordadas, las cuales han sido probadas en Latinoamérica y El Caribe, pero que pueden no ser aplicadas en otras regiones. El Modelo Matemático está disponible para los miembros del equipo de evaluación que hayan completado satisfactoriamente el entrenamiento.

## APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD HOSPITALARIA EN LAS AMÉRICAS.

En varios países de la Región se está trabajando para mejorar la habilidad de evaluación de instalaciones de salud y establecer prioridades para las intervenciones.

El Índice de Seguridad Hospitalaria ha sido aplicado en varios hospitales de **Bolivia, Ecuador y Perú**, donde se pretende formular programas piloto de hospitales seguros. Algunas de las conclusiones preliminares señalan que son los elementos no estructurales (elementos arquitectónicos, instalaciones básicas y equipo) los que presentaron las mayores vulnerabilidades. Lo más importante es que se pudo comprobar que un contexto político favorable es fundamental para que el componente técnico funcione y que es importante que exista un marco legal que garantice la implementación de acciones para hacer más seguros los establecimientos de salud. La aplicación del Índice supone una acción de motivación y abogacía, que ha permitido incentivar a los directivos de las instituciones a destinar recursos propios a obras y actividades que permitan tener hospitales más seguros frente a desastres.

En **México**, el Sistema Nacional de Protección Civil puso en marcha el Programa Hospital Seguro en el ámbito nacional. El Comité Nacional de Evaluación, Diagnóstico y Certificación del Programa Hospital Seguro fue creado, y los Comités Estatales realizaron el primer diagnóstico de la situación de las unidades hospitalarias de alto nivel resolutivo, ubicadas en zonas de alto riesgo. Se ha capacitado personal interdisciplinario e interinstitucional como evaluadores de seguridad hospitalaria, por medio de un curso taller de seis horas, complementado con un curso vía Internet de sesenta horas, con ponentes nacionales y extranjeros que son especialistas en el tema. Los participantes que aprobaron el curso a distancia fueron certificados como evaluadores.

## DESCRIPCIÓN DEL HOSPITAL GENERAL PUYO

La ciudad del Puyo cuenta con el servicio de atención médica del Ministerio de Salud Pública salud es un hospital general, con infraestructura de calidad internacional, equipamiento de alta tecnología y capacidad de 125 camas repartidas en: gineco-obstetricia, pediatría, medicina interna, entre otras subespecialidades como nefrología, neonatología, terapia intensiva, hemodiálisis y traumatología. Lo cual quintuplica la capacidad de atención en la salud pública para Pastaza. El proyecto del hospital modular en Puyo, Ecuador, se encuentra localizado en la provincia de Pastaza. La provincia de Pastaza se halla localizada en la región oriental o Amazónica ecuatoriana, limita al norte con la provincia de Napo, al sur con la provincia de Morona Santiago, al este con la república del Perú y al oeste por las provincias de Tungurahua y Morona Santiago, con una extensión de 29.773,7 km<sup>2</sup> y una población de 61.779 (Censo de población y vivienda, INEC 2001) habitantes, la capital de Pastaza es Puyo, con 45.512 habitantes, es la ciudad más poblada de la provincia, contiene el 54% de la población urbana y 46% de la población rural. La siguiente ciudad en importancia es Mera con una población de 8.088 habitantes. Comprende los cantones Mera, Pastaza, Arajuno y Santa Clara. Casi todo el territorio está cubierto por selva amazónica y en su extremo oriental se encuentra la cumbre más alta, el cerro Hermoso (4.639).

El Hospital modular de Puyo dará servicio a un gran número de habitantes de diferentes cantones cercanos a Puyo: En el Cantón Pastaza, las Parroquias de: Puyo, Pomona, Veracruz, 10 de Agosto, Triunfo Fátima, Teniente Ortiz, Tarqui, Simón Bolívar, Canelos, Sarayacu, Montalvo, Río Tigre y Corrientes. En el Cantón Mera, constan las Parroquias de: Mera, Shell, Madre Tierra El Cantón Arajuno cubre las parroquias de: Arajuno y Curaray En el Cantón Santa Clara, las Parroquias de: Santa Clara y San Jorge Puyo se encuentra en zona oriental de los Andes, sin ocupar mucho territorio de dicha cordillera.

Está rodeada de una red hidrográfica muy abundante formada por ríos como el Tingüino y el Shiripuno que desembocan en el Cononaco, en el límite natural con la provincia del Napo; además del Curaray, Conambo, Corrientes, Bobonaza y Pastaza que sirve de límite natural con la provincia de Morona Santiago.

El Hospital General Puyo, fue creado en Junio del 2007, se encuentra ubicado en la provincia de Pastaza, Cantón Pastaza, al Occidente de la ciudad del Puyo, en el Barrio Santo Domingo, Calles 9 de octubre y Bolívar Feican (Figura 1 y 2), Se encuentra a 924 m. sobre el nivel del mar, a una latitud de  $0^{\circ} 59' -1''$  S y a una longitud de  $77^{\circ} 49' 0''$  W. tiene una área de  $14.209 \text{ m}^2$  de área de construcción y  $45.391 \text{ m}^2$  de área no construida, destinada a parqueaderos para vehículos, espacios verdes y vías de acceso.

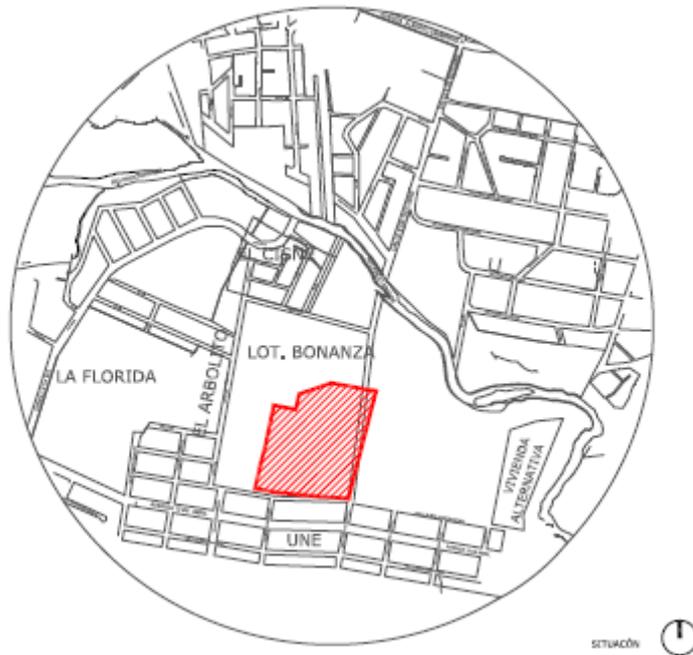


Figura 1. Ubicación del terreno donde se construyó el Hospital General Puyo (Makiber)



Figura 2. Ubicación del Hospital General Puyo

Al igual que la mayoría de las provincias orientales posee un clima tropical cálido-húmedo, lo que determina que la flora en un 95% sea de bosque húmedo tropical. La temperatura promedio es de 25 ° C. En la provincia se cultiva principalmente banano, naranjilla, caña de azúcar, maíz, té, café y otros productos de consumo interno y para el abastecimiento a los mercados de Baños y Ambato. Los pastizales existentes en la zona favorecen el desarrollo de la ganadería; la calidad de su ganado vacuno es excelente y ha sido premiado en ferias agropecuarias. La reserva forestal es variada. Se encuentran especies tales como cedro, laurel, pique, balsa, zapote, entre otros. La riqueza mineral se centra en el petróleo; otros recursos importantes de este sector son las grandes reservas de sílice, caolín, arcillas y calizas. También, debe mencionarse sus valles aluviales, que en parte son lavaderos auríferos. Existe una vía pavimentada que une la ciudad de Puyo con la Provincia de Tungurahua y asfaltadas con las demás Provincias Orientales.

En las Parroquias de: Shell, Arajuno, Curaray, Sarayacu, Montalvo, Río Corrientes, Río Tigre y otras comunidades del interior con difícil acceso geográfico, existen pistas de aterrizaje que permiten operar avionetas pequeñas de empresas o instituciones que en su mayor parte, brindan beneficio social a las comunidades de la amazonia. Otro medio de comunicación interno entre comunidades, es la vía fluvial. La propuesta pretende así, una arquitectura modulada estrictamente contemporánea entendiendo, que para serlo, ha de incorporar sin dudarlos todos los atributos de las bases. Huyendo de aproximaciones formales, el edificio proyectado asume el valor de la relación con el medio (entendiendo ésta como una agradable conversación) como el mayor de los atributos de la tradición constructiva autóctona. Estas apreciaciones, así como su localización próxima al Ecuador (latitud de 0° 59' -1" S y a una longitud de 77° 49' 0" W), son los factores que acaban por configurar la propuesta. Son los patios, muros, celosías, porches, vistas y vidrio, los verdaderos elementos que dan forma a esta arquitectura. Ellos se encargan de propiciar una adecuada transición entre ambientes mediante sus efectos de luz, sombra, reflejo, transparencia, veladura. El nuevo hospital, nace de la idea repetitiva de un gran contenedor orientado este-oeste (que contiene uno o varios servicios) (Figura 3), que se descompone mediante la inserción secuencial de patios a norte y sur, la separación de circuitos (técnico- paciente) y la diferenciación de entradas: general, urgencias, morgue y suministros. La singularización de estos accesos y circuitos, la relación en planta y sección y el rico juego de cubiertas, transparencias y vistas cruzadas, garantiza la unidad del conjunto.



Figura 3. Distribución del Hospital General Puyo (Makiber)

### Emplazamiento

La propuesta toma como referencia los ensanches que configuran las distintas manzanas de la ciudad y resulta así, una implantación que vincula el papel institucional representativo del nuevo hospital modular, con el compromiso de ser un edificio referente para Puyo. Y son estas condiciones, junto a las derivadas del programa de usos y sus necesidades funcionales, las que con las estrategias de proyecto que en adelante se van a exponer, coinciden en la propuesta de un edificio de perfil rotundo y de volúmenes definidos, que se formaliza sobre una decidida ocupación del solar y que va a mantener dos criterios determinantes: Una voluntad funcional de diafanidad de los espacios, y una apuesta decidida por la “segregación” demandada desde el programa de todas las unidades funcionales.

## CRITERIOS DE DISEÑO

### Estética e imagen exterior

Los condicionantes del pliego obligan a una propuesta modulada, que por lo común, y quizás demasiado a menudo nos remiten a expresiones como “contenedor”, “caja técnica” etc. para acotar las claves formales que definen estos edificios. Y es que parece que su especificidad funcional, encamina irremediabilmente a este tipo de edificios hacia construcciones pulidas, de una geometría condicionada, donde parece que la piel, una vez más, deba ser tersa, brillante, anodina y repetitiva.

Nuestra propuesta trabaja en una dirección más innovadora de la arquitectura, donde se valora la singularidad del emplazamiento, su expresión como resultado del proceso de construir, la orientación solar, la materialidad del espacio, etc. También se ha tenido en cuenta la arquitectura tradicional, la orientación de sus calles, la hidrografía del lugar que obliga a cubiertas inclinadas, y que condicionan, en cierta forma, el espacio.

Modulable, a nivel constructivo, según requerimientos del pliego, con la utilización de un módulo básico único de 7,00 x 7,00 m. La propuesta también lo es a nivel funcional, de manera que la edificación se modula según el nivel de accesibilidad de los diferentes servicios (Figura 4), situando de izquierda a derecha las áreas más restringidas, las ambivalentes y las públicas. Estas zonas quedan conectadas perpendicularmente por amplias “calles cubiertas”, que resiguen en cierto modo las trazas de viales y campos cercanos, y que en metafóricamente los “recicla” tanto en módulos construidos en planta, como en la configuración de las distintas orientaciones de las fachadas, patios, aparcamientos, etc.

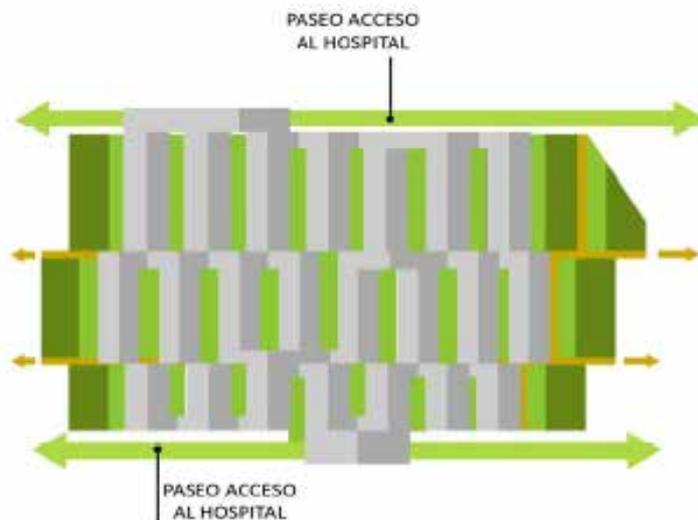


Figura 4. Distribución de accesos al Hospital (Makiber)

### Esquema de urbanización

El hospital tiene dos grandes paseos exteriores, que discurren paralelos a las entradas situadas a este y oeste, y que recogen al personal/pacientes de los respectivos aparcamientos. El resto de la parcela se ajardina utilizando el mismo esquema que la zona construida, así los paseos peatonales, sustituyen los pasillos interiores y son las plantaciones umbrátiles de vegetación autóctona las que delimitaran las zonas de los nuevos patios en caso de ampliación.

Extrovertido, abierto a la luz mediante grandes ventanales y patios interiores. Las fachadas son tratadas como barrera a las condiciones hostiles del entorno (viales, climatología,..), cerrándose este y oeste y abriéndose a las orientaciones más favorables, al norte y sur, permitiendo una óptima ventilación que se verá favorecida por las brisas marinas. La composición de las fachadas con una estudiada situación de huecos de ventanas y pasillos, está favorecida por su ubicación, elevada respecto al terreno, y que por ende dificultará la visión desde el exterior.

Moldeable, pues los pasillos se ensanchan hasta formar las salas de espera, zonas de paso, de conexión, patios, etc., desapareciendo la división entre áreas de circulación y las de estancia y trabajo.

Fluido. El visitante es el que organiza el espacio, así, los ventanales de luz en los accesos y en los patios interiores, funcionan como reclamo y las paredes de distintos colores definen de una manera topográfica, más que gráfica, el tipo de área.

### Esquema de circulaciones

A nivel viario se accede al recinto interior desde la Avenida 9 de Octubre y la calle Bolívar Feícan. De estos accesos nace un vial interior a la parcela y que bordea el edificio para facilitar la circulación de vehículos y para dar mejor acceso tanto a la entrada principal como a urgencias, mercancías, instalaciones y morgue. Flexible y versátil, ya que la propuesta permite girar o invertir la distribución de las distintas áreas, de forma que las visuales de los pasillos generales puedan dirigirse indistintamente al este o al oeste, e incluso permutar la mayoría de las zonas de la planta (Figura 5). El proyecto se “vacía” en planta mediante la inserción secuencial de patios, y zonas vidriadas, creando un paisaje propio que acompaña a las circulaciones generales. La versatilidad permitirá ampliar el hospital, tanto puntualmente todos los módulos, como globalmente, mediante la construcción de nuevos edificios o pabellones. Intercambiable, al ubicar centrar las entradas en los extremos de los módulos, de forma que no interfieran en las futuras redistribuciones y/o ampliaciones.

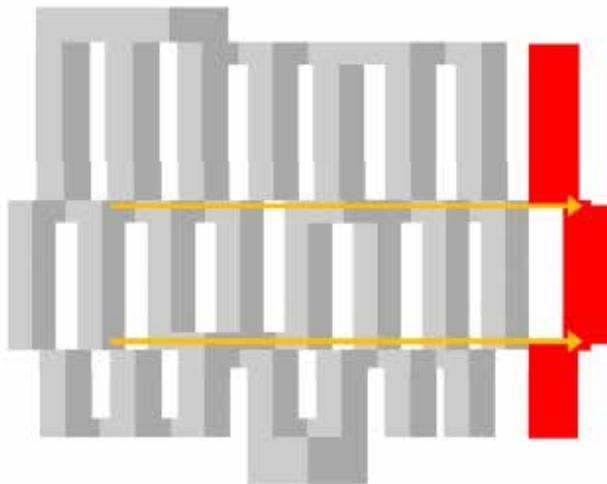


Figura 5. Esquema de circulación interior (Makiber, 2012)

### **Esquema de crecimiento**

El sencillo y efectivo esquema del proyecto facilita una fácil ampliación del edificio, hacia el norte, de forma que se puedan adicionar los módulos necesarios. Las circulaciones exteriores también se han estudiado de forma que se puedan añadir nuevas zonas de desencoche y aparcamiento, sin que por ello se modifique, el sistema viario interno. Poli céntrico, con espacios sin jerarquía, con vacíos (esperas, pasillos, patios,..) y llenos (salas, pabellones,..). Edificio en dialogo con el entorno, protegido de las vistas y posibles interferencias del exterior, mediante la diferenciación de pavimento, vegetación, etc. Sectorizado, abierto a los distintos horarios y/o funciones. Entradas diferenciadas, al este, la entrada principal, al oeste urgencias, aprovisionamiento, etc. En el interior, inmediatamente que se penetra en el edificio se percibe un espacio estructurado, diáfano y luminoso. Dadas las características del edificio y las condiciones climatológicas del lugar, se ha prestado especial atención a la creación de espacios de transición entre el exterior y el interior, espacios situados entre y bajo lo edificado, en los que se posibilite la reunión, el encuentro y la participación ciudadana, creando espacios a doble altura (acceso general), aporchados (acceso a urgencias) o con pérgolas para protección solar (aprovisionamiento).

### **Funcionalidad**

La distribución de los espacios y áreas se realiza con un criterio de diafanidad, facilidad de accesos y comunicación, e inmediata relación con la zona de atención y/o consulta. Todas los espacios de conexión directa por parte de usuario se colocan en los módulos ubicados al oeste (consultas, gabinetes, zonas administrativas, dirección y atención al usuario), los espacios con doble acceso público – técnico, se ubican en el área central del hospital (radiología, hospitalizaciones), por el contrario, los espacios restringidos y/o con accesos alternativos desde el exterior, se sitúan al oeste (bloque quirúrgico, urgencias, almacenes, cocina, farmacia, etc.,...). El aparcamiento se distribuye en dos grandes espacios, situados al este y al oeste, junto al acceso general y a urgencias, de modo que en caso de ampliación del hospital, hacia el norte o el sur, no tenga interferencias con las obras.

### **Esquema espacial**

La propuesta se implanta según un esquema con dos grandes calles interiores paralelas sobre las que se apoyan los distintos módulos, entre los que se alternan grandes patios interiores-exteriores (Figura 6). Luminosidad interior, con fachadas vidriadas a sur y norte con protección solar mediante grandes aleros y zonas porchadas. Diferenciación funcional clara según el tipo de circulación: técnica y de personal al oeste y pública y general al este. Relación horizontal de las áreas funcionales. Diferenciación de accesos (general, aprovisionamiento, urgencias y mortuorio). Permeabilidad espacial en los recorridos horizontales. Amplio desarrollo de fachadas que permite volcar las vistas desde todos los espacios al paisaje y a los patios interiores. Buena implantación en la parcela y versatilidad de la solución, que permite permutar las áreas y la distribución de estas, si fuera necesario. Estructura modular, que permitiría un crecimiento longitudinal.

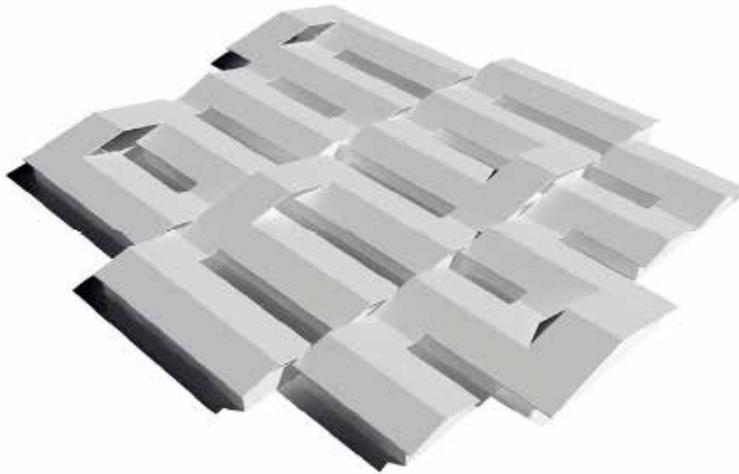


Figura 6. Esquema espacial de Hospital (Makiber, 2012)

### Los accesos

El edificio consta de varios accesos, todos ellos protegidos de la lluvia mediante porches. Estos accesos son: el acceso principal, el de urgencias, el de bodega y mantenimiento, el de material y almacenes y el de la morgue. Estos accesos se realizarán por medio de rampas hacia plataformas elevadas respecto al terreno pero a cota de edificio interior. Se colocarán estratégicamente relacionados con los accesos rodados al recinto del hospital.

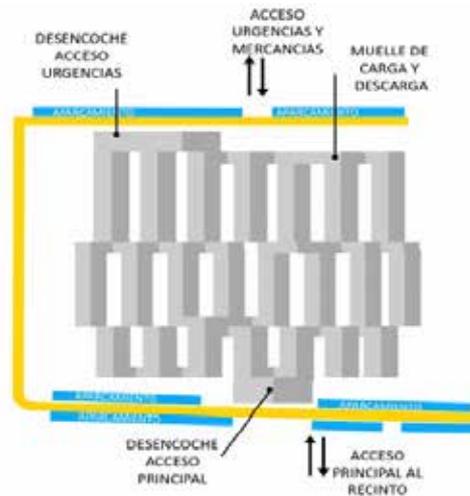


Figura 7. Distribución de vial de accesos al Hospital (Makiber, 2012)

### Plan Funcional

El edificio está formado por diferentes pabellones unidos entre sí por dos pasillos: uno público y uno técnico. Estos pabellones albergarán los diferentes servicios del hospital, colocando los servicios en relación a los pasillos según su necesidad técnica o pública. Así, se colocarán los servicios de dirección y administración, acceso principal, hall, consultas externas, diagnóstico y tratamiento, hemodiálisis, residencia médica, etc. Relacionados con el pasillo técnico se colocan

los servicios de urgencias, centro obstétrico, centro quirúrgico, cocina, lavandería, esterilización, laboratorios, etc. Y relacionados con los dos pasillos es decir, que tienen acceso tanto desde el pasillo técnico como desde el pasillo público, se colocarán las hospitalizaciones, radiodiagnóstico, rehabilitación, neonatología, etc.

Tabla 2. Relación de superficies útiles del hospital:

<b>Servicios</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Dirección y Administración	213,70
Servicios técnicos	326,35
Consulta externa	857,35
Emergencias	440,90
Hemodiálisis	281,27
Hospitalización polivalente (4 módulos) (571,45 m <sup>2</sup> )	2.056,00
Hospitalización obstétrica (1 módulo)	525,10
Diagnóstico y tratamiento	141,15
Laboratorio	197,41
Laboratorio histopatológico	233,10
Radiodiagnóstico	308,60
Rehabilitación	293,40
Centro quirúrgico	429,15
Centro obstétrico	514,05
Unidades críticas	307,25
Neonatología	282,85
Central de abastecimiento y procesamiento	851,37
Servicios generales	1.223,45
Residencia médica	144,50
<b>Total superficie útiles:</b>	<b>9.626,95</b>

Tabla 3. Resumen de superficies

<b>Servicios</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Total superficies útil	9.626,95
Total superficies de patios	5.092,37
Total superficies de acera y paseos	3.494,67
Totales viales	6.004,81
Helipuerto	540,00
<b>Total superficies construidas</b>	<b>14.209,52</b>

La zona donde se encuentra el Hospital no es proclive a inundaciones, huracanes, tsunamis, deslaves o avalanchas, pero si existe el riesgo frente a terremotos. En el mapa de peligro sísmico del Ecuador, Puyo se halla entre la zona IV y III, es decir de alta a moderada intensidad.

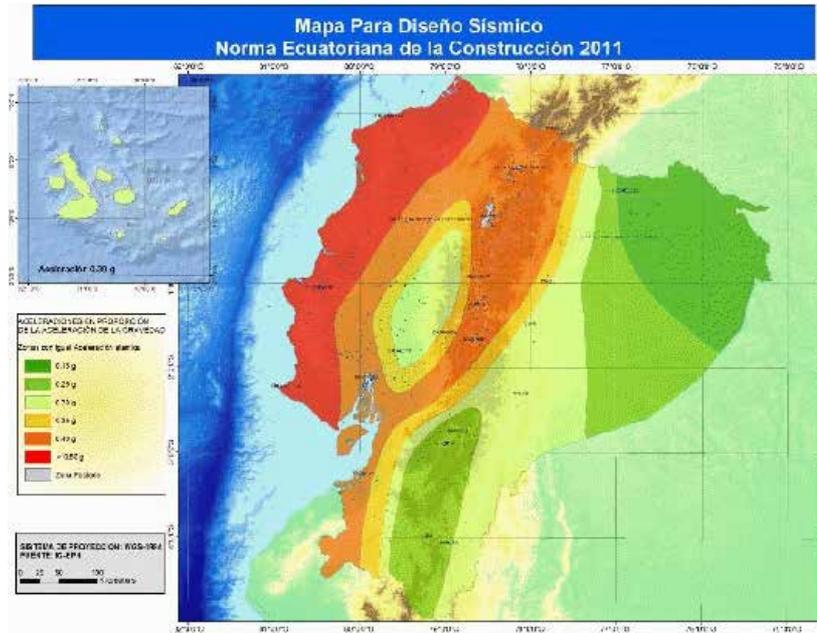


Figura 8: Mapa de zonas sísmicas del Ecuador (Norma Ecuatoriana de la Construcción)

## INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA

El Hospital general Puyo fue construido en un área total del terreno de 59.600 m<sup>2</sup>, el mismo que presenta una forma regular de construcción, con una ligera inclinación del 10% topográficamente, con un área de construcción de 14.209 m<sup>2</sup>, su construcción inicio en el enero del 2012, el material predominante en la construcción es hormigón armado, y planchas de fibrocemento. Antes de iniciar con todos los trabajos de construcción se realizó un estudio de suelos y uno de impacto ambiental, ya que la zona presenta un nivel freático alto y el tipo de suelo es arcilloso.

### *Seguridad estructural*

Las soluciones propuestas en el proyecto cumplen con los objetivos de las normativas NEC-11 (Norma Ecuatoriana de la Construcción) para poder asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su ejecución y uso previsto. La NEC-11, Capítulo 1, Cargas y Materiales, establece las cargas mínimas permanentes y accidentales a considerar en el cálculo y diseño de estructuras. Según las prescripciones de esta normativa, no se han tomado en cuenta las cargas temporales debidas a los procesos constructivos, las cargas dinámicas de viento, sismo, vehículos en movimiento, explosión, hundimiento de cimentaciones y otras debidas a fenómenos naturales.

La NEC-11 proporciona solo una guía general para el calculista y diseñador de estructuras. Las construcciones en general deben diseñarse para resistir por lo menos las cargas permanentes (carga muerta) y las sobrecargas de uso (carga viva) mínimas establecidas en este documento.

Aun así, y teniendo en cuenta la ubicación del edificio de han seguido las prescripciones específicas a nivel sísmico que contemplan los Capítulos 2 y 3 de la misma normativa.

## **Materiales**

### ***Hormigón***

Las siguientes dosificaciones propuestas son de carácter indicativo. La constructora puede presentar dosificaciones alternativas que la Dirección Facultativa deberá aceptar, siempre y cuando cumplan las relaciones de agua/cemento máximas y las cuantías de cemento mínimas y máximas indicadas para cada tipo de exposición en la NEC-11, Capítulo 1. El uso de aditivos y/o adiciones no se permitirá sin la aceptación previa de la Dirección Facultativa.

### ***Durabilidad***

La durabilidad de una estructura de hormigón es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones físicas y químicas a las que está expuesta, y que podrían llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

La vida útil considerada para el edificio es de 30 años.

### ***Cargas de viento***

Se admite que el viento, en general, actúa horizontalmente y en cualquier dirección. En cada caso se considera la dirección o direcciones que producen las acciones más desfavorables.

Las estructuras se estudian ordinariamente bajo la acción del viento en la dirección de sus ejes principales y en ambos sentidos. En casos especiales, por ejemplo, en estructuras reticulares abiertas, construcciones con caras dentadas o con estructuras oblicuas en las fachadas, se estudian además las acciones en las direcciones sesgadas que sean más desfavorables.

La acción del viento se considera que actúa como presión sobre el elemento de fachada. Para efectos de determinar la resistencia del elemento frente al empuje del viento, se puede establecer una presión de cálculo  $P$ .

### ***Peligro sísmico***

Los Capítulos 2 y 3 de la normativa NEC-11 recogen las bases para el diseño sísmico de los edificios en Ecuador. Su objetivo es el de evitar la pérdida de vidas a través de impedir el colapso de las estructuras, con excepción de las estructuras de ocupación especial y esenciales (que sería el caso que nos ocupa), a las cuales se pretende proteger en mayor medida y procurar garantizar su funcionalidad tras un evento sísmico severo.

Según la Norma NEC-11, Capítulo 2, Peligro Sísmico y Requisitos de diseño sismo resistente, los valores adoptados en el cálculo del proyecto son:

- Situación obra: Puyo (Pastaza)
- Valor del Factor  $Z$ : 0.30
- Perfil de suelo: F
- Factor de importancia del edificio: 1.5
- Importancia del edificio: Especial
- Número de plantas sobre rasante: 1

- Tipología estructural: Estructura metálica ligera
- Ductilidad adoptada: Baja

En el caso de edificaciones esenciales y de uso especial, como parte del proceso de diseño se deberá realizar un análisis de verificación del desempeño sísmico.

#### **Seguridad en caso de incendio (estructura)**

A pesar de que la normativa ecuatoriana de aplicación en el proyecto que nos ocupa no hace referencia explícita a las condiciones a cumplir para estructuras de una sola planta de altura se ha considerado oportuno y adecuado, al tratarse de un edificio de importancia especial, considerar una estabilidad mínima frente al fuego de al menos 90 minutos, para poder garantizar así una correcta evacuación de los ocupantes.

Los elementos de acero de la estructura no cumplen per se mismos estos requerimientos estructurales principales, por tanto, dispondrán de sistemas de protección mediante pinturas ignífugas, aplacados de pladurignífugo, proyecciones de vermiculita, etc., que garanticen la resistencia.

## **SECTORIZACIÓN Y EVACUACIÓN DE INCENDIOS**

Se ha previsto la división del hospital en diferentes sectores anti humo con una superficie máxima por sector de 2092 m<sup>2</sup>, según se indica en NEC-11 de Seguridad de Vida y Accesibilidad. Estos sectores disponen de distancias de evacuación, desde cualquier punto en un compartimento de humos, hasta otro compartimento de humos, o hasta el exterior del edificio, menor de 60 metros recorridos. Los diferentes sectores de humos están separados con cerramientos, paredes que tengan clasificación de resistencia al fuego de 1 hora y también sus instalaciones que atraviesen la división de humos, con elementos tales como compuertas cortafuegos. Las puertas entre sectores tendrán una resistencia al fuego mínima de 45 minutos. Cada sector de humos dispone de un mínimo de dos salidas. Se ha dividido en subsectores de humos los diferentes cuartos de instalaciones, grupo de presión contra incendios, sala de calderas, centro de transformación, cuadro general, cocina, gases medicinales, etc. Los acabados interiores de las salidas de evacuación, en paredes y cielos rasos, estarán limitada a clase A o Clase B en relación a la expansión de las llamas.

## **ESTRUCTURAS**

### **Aspectos generales del sistema estructural**

El edificio que nos ocupa se trata del nuevo Hospital para la localidad de Puyo, provincia de Pastaza, Ecuador.

La distribución en planta a nivel longitudinal se basa en la generación de distintos pabellones separados por amplios patios exteriores. A nivel transversal se generan tres zonas, donde se decalan los pabellones anteriormente mencionados, que separan los accesos y zonas de consulta, las áreas de intervención y diagnóstico y finalmente las áreas de gestión interna del hospital y almacenamiento. Estas tres zonas quedan unidas a través de dos grandes pasillos longitudinales de comunicación y circulación.



Figura 9. Distribución de pabellones (Makiber, 2012)

## CIMENTOS

La cimentación proyectada se basa en el análisis de los resultados de dos estudios geotécnicos. El primero de ellos elaborado por la empresa Ecuasuelos 21, con fecha Octubre de 2011, en el que se realizaron un total de 10 ensayos SPT (que abarcaban la totalidad del solar donde se ubicará el nuevo hospital) de 9 m de profundidad cada uno de ellos. El segundo estudio fue elaborado por el Ing. Luis Gavilanes, con fecha de Diciembre de 2011. En él se recogían los resultados de un total de 8 SPT (2 de ellos de 10 m de profundidad y el resto de tan solo 5 m). Posteriormente a este estudio se realizaron dos ensayos triaxiales que revelaron que el terreno del solar era catalogable como MH, Limos Inorgánicos, con un límite líquido medio y un límite plástico bajo, ángulo de rozamiento interno de  $13^\circ$  y una cohesión de  $0.17 \text{ Kg/cm}^3$ . Además, en obra, y una vez realizada la excavación preliminar hasta alcanzar la cota de implantación del edificio (cota de ejecución de la cimentación), se realizaron 3 nuevos sondeos SPT de entre 10 y 11 m de profundidad.

En base a todos estos datos y al hecho de que la retícula de pilares del edificio genera una malla de luces de  $14.00 \times 6.80 \text{ m}$  (a excepción de las zonas correspondientes a los pabellones C, H y X donde las luces son de  $35.00 \times 6.80$ ), con la consecuente concentración muy puntual de cargas a nivel de cimentación, se ha optado por una cimentación profunda basada en pilotes de sección circular de 250 mm de diámetro, con profundidades variables entre los 8 y los 13 m (en función de su situación en planta y si coincidían o no con zonas de relleno). Estos pilotes se unen mediante encepados rígidos que son los encargados de repartir uniformemente entre los pilotes la carga axial que reciben de los pilares. Los pilotes se unen entre ellos mediante vigas riostras que dotan al conjunto de monolitismo y ofrecen una correcta respuesta conjunta de cara a un posible evento sísmico.

Terreno cimentación: limo areno arcilloso de alta compresibilidad, plasticidad media, humedad media y consistencia baja. Tipología de la cimentación: profunda por pilotaje de perforación por barrena. Longitud de los pilotes: variable entre 8 y 13 m, en función de la ubicación de la planta. En el perímetro de todos los edificios en contacto con el exterior estas vigas riostras son de canto tal que superan en 50 cm la altura de los encepados para poder elevar los edificios de la cota de implantación y así evitar problemas de entradas de agua, animales, etc.

## Estructura

La distribución en planta del nuevo Hospital de Puyo, a nivel longitudinal se basa en la generación de distintos pabellones separados por amplios patios exteriores. A nivel transversal se generan tres zonas, donde se decalan los pabellones anteriormente mencionados, que separan los accesos y zonas de consulta, las áreas de intervención y diagnóstico y finalmente las áreas de gestión interna del hospital y almacenamiento. Estas tres zonas quedan unidas a través de dos grandes pasillos longitudinales de comunicación y circulación. Su concepción y proyección arquitectónica se basa en la repetición ordenada de una modulación base determinada que permite generar una organización interior de los espacios y en consecuencia una estructura ordenada, modular y repetitiva que garantice una ejecución sencilla y rápida. De este modo, se generan las distintas juntas de dilatación que proporcionan la modulación base, es decir, la modulación que se va repitiendo. Ésta está formada por tres pabellones y sus dos pasillos longitudinales adyacentes.

Cada pabellón se ha diseñado como la repetición sucesiva, cada 6.80 m, de una cercha tipo que salva 14.00 m de luz. Dos de cada tres pabellones y de forma decalada se unen para generar un espacio que permita albergar instalaciones generales del edificio y que a partir del falso techo lleguen a abastecer la totalidad del recinto.



Figura 10. Módulo base para la construcción (Makiber, 2012)

## Cubiertas

Todas las correas de cubierta se han resultado con perfiles metálicos. A modo de excepción y para resolver a la vez la unión extrema de todas las cerchas y el límite de la cubierta, la última correa dispuesta ha sido un perfil armado en forma de “C” de canto 0.30 m que sirve para dar continuidad a todo el acabado de fachada al encontrarse con el primero de los pórticos extremos de cada pabellón (resuelto sin cercha tipo, tan solo con un perfil tipo “I” de altura 0.30 m y pilares de la misma sección). En los pórticos extremos de los pabellones de los módulos base, así como en los pasillos de comunicación, zonas de instalaciones y pabellones C, H y X, ha sido necesario, además, generar planos de rigidización (cruces de San Andrés) mediante barras tensadas para asegurar la estabilidad horizontal de la estructura a nivel de deformaciones por esfuerzos de viento y sismo. En las fachadas también ha sido necesario crear pórticos rigidizados a modo de cruces de San Andrés en base a la misma tipología de barra tensada.

## RECONOCIMIENTO DE AMENAZAS EN EL CANTÓN PASTAZA Y CIUDAD DEL PUYO

A continuación se determina la existencia de un peligro potencial considerando que la ocurrencia puede ocasionar daño estructural, no estructural y funcional que afecta a la operación del Hospital General del Puyo. Los antecedentes de peligrosidad en la ciudad del Puyo relevantes es ubicación del Hospital General del Puyo, en zonas de amenaza sísmica geodinámica interna y geodinámica externa movimientos de remoción en masa

### FENÓMENOS GEOLÓGICOS

#### AMENAZA SÍSMICA DE LA CIUDAD DEL PUYO

##### **Sismo Tectónica Regional**

El Ecuador se encuentra en la zona de mayor peligrosidad sísmica del mundo, en el denominado Cinturón Circun pacífico donde se libera la mayor cantidad de energía sísmica a nivel mundial, de ahí el gran acierto de construir estructuras con aisladores de base, debido a que estos dispositivos de control pasivo son los encargados de disipar la energía sísmica y hacen que las estructuras se comporten en el rango elástico. La tectónica de placas que se tiene frente a la costa ecuatoriana, es una de las más complejas del mundo, lo que provoca que la zona de subducción en el Ecuador no sea uniforme. El movimiento de la placa de Nazca contra las placas de América del Sur y la placa del Caribe ha generado la mega falla Guayaquil – Caracas que es una falla transcurrente dextral. Toulkeridis (2011; 2013) lo ha identificado con el número 1. Se estima que el movimiento de esta falla es de 3 a 4.5 mm/año, sin embargo existen otros estudios en que indican que el movimiento es de 15 mm/año para la parte norte de Ecuador y de 13 mm/año para la parte sur de Colombia (Tibaldi y Leon, 2003).

Ecuador es relativamente alto, los sismos con magnitud mayor a 5.0 son frecuentes y muchos de ellos ocurren en las placas superficiales causando a menudo daños en las estructuras. Es reconocido el hecho de queja subducción de la Placa de Nazca dentro de la Placa Sudamericana es la principal fuente de generación de sismos tectónicos en el Ecuador. A este hecho se añade un complejo sistema de fallamiento local superficial que produce sismos importantes en todo el territorio ecuatoriano. En el catálogo sísmico ecuatoriano se puede encontrar intensidades macrosísmicas sentidas de 8 MSK y mayores, y con sismos de magnitudes de 7 y 8. Durante el siglo XX han ocurrido al menos 7 sismos con magnitud  $M_s > 7.5$ , y es de resaltar que el quinto sismo más fuerte registrado en el planeta, desde que se dispone de instrumentación, fue el sismo frente a las costas de Esmeraldas, a 250 Km al oeste de Quito, cuya magnitud fue  $M_s=8.8.$ , y del cual se ha estimado una probabilidad del 60% de que pueda repetirse en estos años (Kanamori y McNaly, 1982; Navas et al., 2018).

Se define como las probabilidades de que en un lugar y tiempo determinado se produzcan daños y pérdidas materiales como consecuencia de un sismo. Estas posibles pérdidas se pueden estimar en unidades monetarias, número de víctimas o cantidad de estructuras dañadas. La estimación del riesgo se hace de acuerdo con las características tanto del conjunto de edificaciones y elementos expuestos (grado de vulnerabilidad) como del sismo (amenaza sísmica) durante un tiempo y lugar determinado. El riesgo es por lo tanto función de la vulnerabilidad de los elementos expuestos y de la amenaza sísmica (Toulkeridis et al., 2017).

La amenaza sísmica es la probabilidad de que en una región determinada ocurran vibraciones sísmicas con un cierto nivel de aceleración con respecto a la fuerza de la gravedad, en un periodo preestablecido. Ya que fenómenos como los terremotos obedecen a causas que

son activas desde hace millones de años (el choque de placas), su ocurrencia puede considerarse como una variable estacionaria en el tiempo, es decir, allí donde han ocurrido grandes terremotos es esperable que en el futuro ocurran otros de magnitud similar.

El nivel con el que las vibraciones sísmicas llegan a un sitio depende de varios factores: (1) la magnitud del terremoto; (2) la distancia desde la falla (fractura) hasta un sitio de interés y (3) el llamado “efecto local”, que depende de los tipos y espesores de suelos, las formas de las cuencas y la topografía. Los suelos blandos depositados sobre las rocas amplifican las vibraciones sísmicas y por lo tanto los daños tienden a ser mayores. Las vibraciones generan efectos secundarios, principalmente deslizamientos y licuación de suelo: si éste está conformado por depósitos arenosos con alto contenido de agua, se comportan como líquidos al paso de las vibraciones, de modo que estructuras, edificios o casas que estén cimentados sobre ellos pueden hundirse parcialmente. En el nivel de amenaza sísmico alto se esperan vibraciones sísmicas con aceleraciones de  $250 \text{ cm/s}^2$  a  $400 \text{ cm/s}^2$ . Esto quiere decir que el terreno puede ser empujado por las vibraciones con fuerzas equivalentes al 25% y al 40% de la aceleración de la gravedad, respectivamente.

En el sector Subandino, la ciudad de Taisha es afectada por los nudos sísmogénicos 329-330, asociados a sistemas de fallas inversas, mientras la ciudad de Puyo es afectada por los nudos 313-314 asociada a sistemas paralelo a los lineamientos, el sistema de Puyo. La ciudad de Tena se ve afectada por la proximidad a los nudos 309-311. Todas estas fallas pertenecen a un régimen tectónico de compresión y están formadas por fallas segmentadas de corrimiento con tendencia hacia el E. Para la región Subandina, los nudos 329-330 están asociados a la falla inversa de Taisha mientras que para la región del Puyo está afectada por los nudos 313-314. El área que alberga la ciudad de Tena y de Lago Agrio no representa localmente nudos sísmogénicos capaces de generar fuertes terremotos.

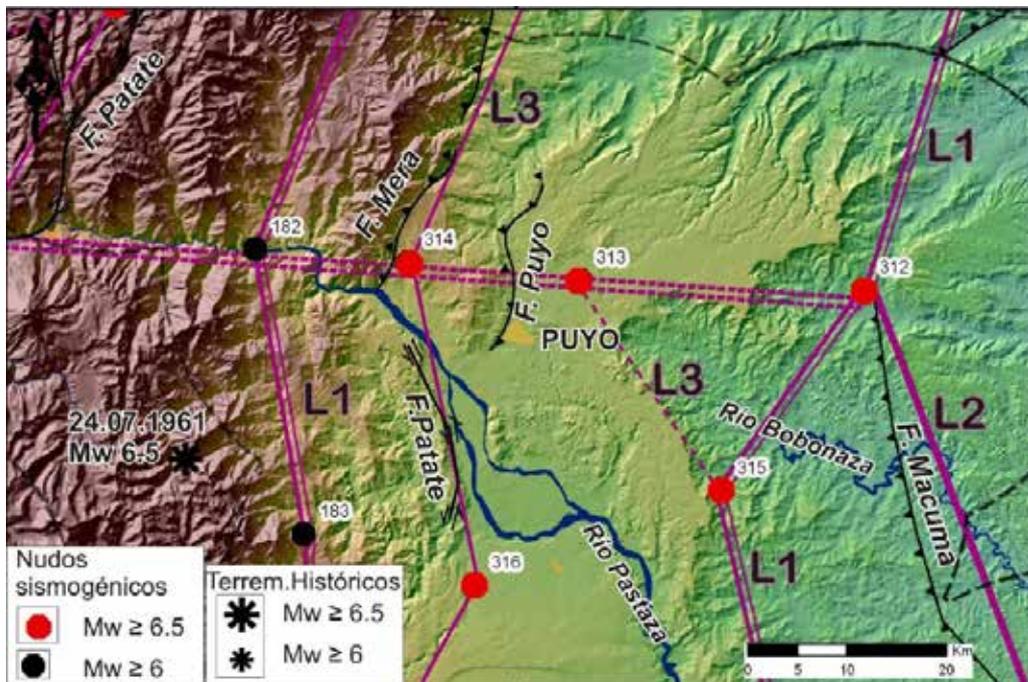


Figura 11. Nudos sísmicos cercanos a la ciudad del Puyo (Chunga et al., 2011)

### Caracterización de la sismicidad del Ecuador durante el año 2013

En el 2013, el Servicio Nacional de Sismología y Vulcanología (SENASV) del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, localizó un total de 2420 eventos sísmicos con magnitudes que varían entre  $< 1$  (en las áreas donde la red tiende a ser más densa) hasta 6.5 grados. Con respecto a años anteriores, el número total está dentro de los mismos rangos. En el 2013 los eventos sísmicos que superaron la magnitud de 4.0 representan el 8.22% del total. El origen de estos eventos sísmicos tienen dos fuentes principales: debidos al fallamiento cortical que afecta al Bloque Norandino y a la Placa Sudamericana y al procesos de subducción de la Placa Oceánica Nazca bajo el Bloque Norandino y la Placa Sudamericana. En la tabla 1 se presenta una estadística general de la sismicidad desde este punto de vista. Los sismos corticales superan en número a los sismos de subducción, aunque no en cuanto a la liberación de energía, ya que la mayor parte de sismos que superan la magnitud 5.0 grados corresponden a las fuentes de subducción.

En cuanto a la sismicidad asociada a la subducción, se registró un total de 485 eventos, 99 de los cuales poseen magnitudes superiores a los 4.0 grados y de estos 13 sobrepasan los 5.0 grados (Fig. 12). El número de sismos por mes tuvo un máximo de 47 y un mínimo de 18, con un promedio de 40 eventos por mes. De estos se tiene un promedio de 8.25 eventos con magnitudes superiores a los 4.0 grados por mes. Al igual que la mayoría de años, la fuente que mayor sismicidad registró es Puyo (208 eventos), seguida por Esmeraldas (88 sismos), e Ibarra (72 eventos). En el resto de las fuentes de subducción presentaron una baja actividad ( $< 30$  sismos en el año).

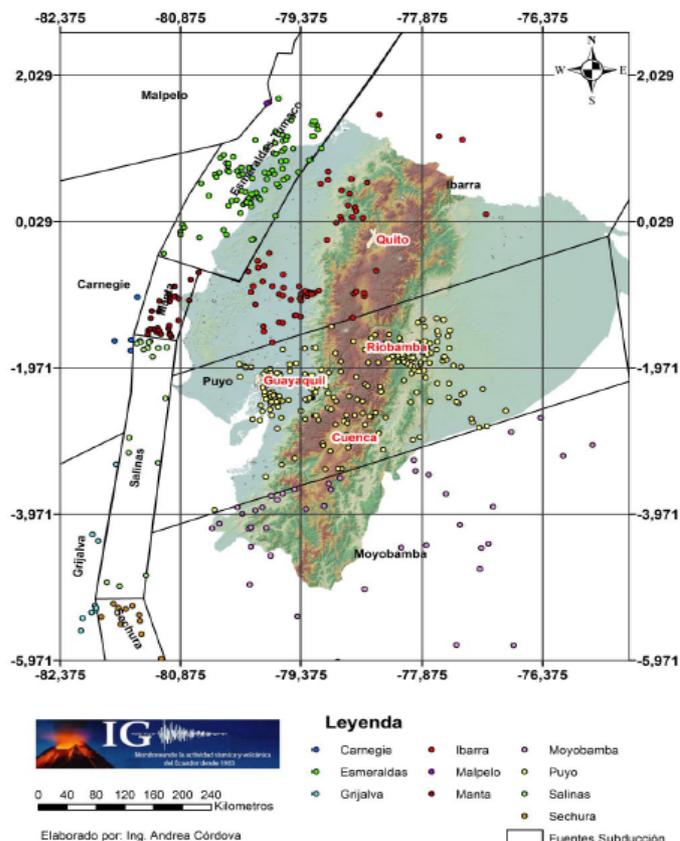


Figura 12. Mapa con la ubicación de los sismos registrados durante el año 2013 en las fuentes de subducción.

### Cuantificación del riesgo sísmico

No existe una única manera de evaluar el riesgo sísmico, por lo que diferentes normas y diferentes autores trabajan con diferentes **índices de riesgo**. Un índice de riesgo ( $R_s$ ) es una función computable a partir de la peligrosidad sísmica ( $P$ ), la vulnerabilidad sísmica ( $V$ ) y el daño sísmico potencial ( $D$ ), algo como:

$$R_s = \phi(P, V, D)$$

Dónde:

$P$  o peligrosidad depende de la región donde está ubicada una determinada construcción o infraestructura, y es una medida relacionada con la probabilidad de ocurrencia de sismos de cierta intensidad.

$V$  o vulnerabilidad depende de la tipología y características geométricas de una construcción así como de los materiales con que fue fabricada.

$D$  o daño es una medida de los daños materiales o el número de víctimas potencial en caso de fallo estructural de la construcción o infraestructura.

El riesgo se ve potenciado cuando la peligrosidad aumenta, o aumenta la vulnerabilidad o aumenta el daño potencial, por esa razón la función  $\phi(\cdot, \cdot, \cdot)$  se toma como una función monótona creciente en todos sus argumentos. Si la función es diferenciable eso implica:

$$\frac{\partial \phi}{\partial P} \geq 0; \quad \frac{\partial \phi}{\partial V} \geq 0; \quad \frac{\partial \phi}{\partial D} \geq 0$$

### Ubicación Geográfica

Este componente permite la caracterización rápida de las amenazas o peligros y del suelo del área geográfica donde se encuentra el establecimiento de salud. La información se registra como referencia del entorno del hospital y debe ser tomada en cuenta al momento de establecer el grado de seguridad de los aspectos evaluados.

### Aspectos relacionados con la Seguridad Estructural

El termino estructural, o componentes estructurales, se refiere a aquellas partes de un edificio que lo mantienen en pie. Esto incluye cimientos, columnas, muros portantes, vigas y diafragmas (entendidos estos como los pisos y techos diseñados para transmitir fuerzas horizontales, como las de sismos, a través de las vigas y columnas hacia los cimientos). Los establecimientos para la prestación de servicios de salud por construirse o ya existentes, que estén situados en zonas expuestas a movimientos sísmicos, deben contemplar normas de sismo resistencia encaminadas a ofrecer seguridad a las personas que allí se encuentran y en segunda instancia a proteger la continuidad del funcionamiento del hospital. Construir un edificio “totalmente sismo resistente” sería demasiado costoso; sin embargo, la sismo resistencia provee criterios de diseño, con el fin de evitar que el edificio colapse, de manera que se asegure su funcionamiento con posterioridad a la ocurrencia de un sismo.

### Aspectos relacionados con la Seguridad No Estructural

El termino *no estructural* se refiere a aquellos componentes de un edificio que están unidos a las partes estructurales (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.), que cumplen funciones esenciales en el edificio (plomería, calefacción, aire acondicionado,

conexiones eléctricas, etc.) o que simplemente están dentro de las edificaciones (equipos médicos, equipos mecánicos, muebles, etc.), pudiendo por lo tanto ser agrupados en tres categorías: componentes arquitectónicos, instalaciones y equipos. En el caso de los centros asistenciales, los componentes no estructurales representan un valor económico superior al costo de la estructura. Según análisis efectuados, el valor de los componentes no estructurales constituye en promedio más del 80% del costo total del hospital.

Pueden presentarse situaciones en donde componentes no estructurales inciden en la ocurrencia de fallas estructurales. Equipos pesados, tales como sistemas centrales de aire acondicionado, equipos de rayos X, escanógrafos, generadores eléctricos, calderas, piscinas de hidroterapia y otros, que puedan encontrarse ubicados en los pisos superiores del hospital o en pisos dedicados exclusivamente para colocación de equipos centrales, pueden modificar significativamente el comportamiento de la estructura tal como fue calculada, y desplazarse o voltearse ante la ausencia de anclajes, generando colapsos parciales o totales del edificio. Elementos arquitectónicos, de mampostería de relleno no reforzada y pesados revestimientos, pueden alterar el comportamiento del edificio mientras esta vibrando.

### **Aspectos relacionados con la seguridad Organizativa - Funcional**

Este concepto se refiere, entre otras cosas, a la distribución y relación entre los espacios arquitectónicos y los servicios médicos y de apoyo al interior de los hospitales, así como a los procesos administrativos (contrataciones, adquisiciones, rutinas de mantenimiento, etc.) y a las relaciones de dependencia física y funcional entre las diferentes áreas de un hospital. Una adecuada zonificación y relación entre las áreas que componen el establecimiento puede garantizar, no solamente un adecuado funcionamiento en condiciones de normalidad, sino también en caso de emergencia y desastres. La relación y habilitación de las áreas de consulta externa, exteriores y urgencias, así como la concepción de un área de servicios generales con condiciones especiales de operación y protección, pueden garantizar una adecuada atención y evitar un colapso funcional, que se puede presentar aun en casos en que la edificación no haya sufrido danos severos.

Es responsabilidad del administrador de salud considerar los aspectos anteriores, con el fin de reducir las pérdidas potenciales de los servicios y el impacto social de los desastres cuando, en el momento en que más se los necesita, este tipo de servicios y de atención no pueden ofrecerse con el grado de eficiencia que requiere la población.

### **Componentes del Índice de Seguridad Hospitalario**

La herramienta cuenta con dos formularios que se utilizan para la recolección de la información:

#### **Formulario 1: “Información general del establecimiento de salud”**

Este formulario debe ser completado por el comité de operaciones de emergencia en salud del hospital antes de la evaluación se incluye información del nivel de complejidad del establecimiento de salud, la población a la que atiende, especialidades médicas y otros servicios disponibles, así como detalles sobre el personal de salud entre otros.

#### **Formulario 2: “Lista de verificación de Hospitales Seguros”**

Este formulario es usado por un equipo entrenado de evaluadores para verificar el nivel de seguridad de 145 aspectos o elementos del establecimiento de salud. Los elementos a ser evaluados se encuentran agrupados en cuatro componentes: ubicación, estructural, no estructural, y funcional, y su capacidad de permanecer funcionando durante emergencias y desastres, cada uno con tres niveles de seguridad: alto, medio y bajo.

### **Aplicación de la lista de verificación**

El proceso de aplicación de la lista de verificación debe desarrollarse dentro de una agenda organizativa que tenga en cuenta los tiempos requeridos para la evaluación y la disponibilidad de todos los actores interesados (equipo evaluador, integrantes del comité de emergencia, otros interesados), así como también, las necesidades de la propia institución (ciclos y tiempos de atención, pacientes, otros). Se pretende que la evaluación sea interactiva y dinámica, y que en ella participen: los miembros del *comité hospitalario para emergencias y desastres*, los integrantes del equipo evaluador y las personas interesadas (autoridad municipal, autoridad de salud, otros) si así lo requirieran.

La evaluación de elementos agrupados por módulos permite no sólo una visión general de la institución respecto a su nivel de seguridad en caso de desastres, sino, también, el cálculo del índice ponderado con base en la importancia de los módulos evaluados en el total. Así, alguna deficiencia en el módulo estructural no es igual (en peso relativo) a una deficiencia en el módulo no estructural o en el funcional. Cada módulo puede evaluarse por separado o de manera conjunta, teniendo en cuenta que un factor clave es la integración de los módulos para la obtención de una medición única.

### **Descripción general de la lista de verificación**

#### **Ubicación geográfica**

Este componente permite la caracterización rápida de las amenazas o peligros y del suelo del área geográfica donde se encuentra el establecimiento de salud. La información se registra como referencia del entorno del hospital y debe ser tomada en cuenta al momento de establecer el grado de seguridad de los aspectos evaluados.

#### **Seguridad estructural**

Comprende aspectos para evaluar la seguridad del establecimiento en función al tipo de estructura, materiales y antecedentes de exposición a amenazas naturales y de otro tipo. El objetivo es definir si la estructura física cumple con las normas que le permitan seguir prestando servicios a la población, aun en caso de desastres de gran magnitud, o bien, puede ser potencialmente afectada alterando su seguridad estructural y comprometiendo, por lo tanto, su capacidad funcional. Seguridad debida a antecedentes del establecimiento: con este punto se intentan analizar dos elementos. En primer lugar, la exposición de la institución a amenazas naturales, de acuerdo con la historia de la misma o a su posición relativa en un contexto vulnerable. En segundo término, el impacto y las consecuencias que los desastres han tenido sobre la institución y cómo fueron resueltas. Seguridad relacionada al sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación: se intenta identificar los riesgos potenciales y evaluar la seguridad relativa con variables relacionadas con el tipo de diseño, estructura, materiales de construcción y elementos de la estructura considerados críticos. Los sistemas estructurales tienen una gran importancia en el contexto de un desastre para la estabilidad y resistencia de la edificación. Los materiales de construcción están directamente vinculados a los anteriores e influyen en los mismos, tanto en la calidad como en cantidad utilizada. La adecuación estructural a un fenómeno dado es fundamental, ya que una solución estructural puede ser válida ante huracanes y desacertada ante sismos.

### **Aspectos relacionados con la seguridad no estructural**

Los elementos relacionados con la seguridad no estructural, por lo general, no implican peligro para la estabilidad del edificio, pero sí pueden poner en peligro la vida o la integridad de las personas dentro del edificio. El riesgo de los elementos se evalúa teniendo en cuenta si están desprendidos, si tienen la posibilidad de caerse o volcarse y afectar zonas estructurales estratégicas, verificando su estabilidad física (soportes, anclajes y depósito seguro) y la capacidad de los equipos de continuar funcionando durante y después de un desastre (almacenamiento de reserva y válvulas de seguridad, conexiones alternas, otros). Así, en este punto se analiza la seguridad relativa a las líneas vitales, los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado en áreas críticas, los equipos médicos de diagnóstico y tratamiento. También se evalúan los elementos arquitectónicos a fin de verificar la vulnerabilidad del revestimiento del edificio, incluyendo las puertas, ventanas y voladizos, a la penetración de agua, y el impacto de objetos volantes. Las condiciones de seguridad de las vías de acceso y las circulaciones internas y externas de la instalación sanitaria, son aquí tomadas en cuenta, en conjunto con los sistemas de iluminación, protección contra incendios, falsos techos y otros.

### **Aspectos relacionados con la seguridad con base en la capacidad funcional**

La capacidad operativa del establecimiento durante y después de un desastre se estima también en función de la organización técnica y administrativa de su personal para responder a dichas situaciones. Este rubro evalúa el nivel de organización general del cuerpo directivo del hospital, la implementación de planes y programas, la disponibilidad de recursos, el grado de desarrollo y la preparación de su personal, sin pasar por alto el grado de seguridad de los servicios prioritarios para su funcionamiento, por lo que es indispensable que el cuerpo directivo del establecimiento de salud evaluado, presente al evaluador el plan hospitalario para casos de desastre y toda la documentación pertinente.

### **Modelo matemático**

El primer paso para obtener el índice de seguridad hospitalaria es evaluar el establecimiento de salud, aplicando la lista de verificación, la cual toma en consideración la ubicación geográfica del establecimiento de salud, la seguridad de la estructura del edificio, de los componentes no estructurales y de la organización técnica, administrativa y funcional del hospital. Dado que el grado de seguridad es evaluado específicamente en cada una de las 145 variables, para evitar distorsión en los resultados, la ubicación geográfica del hospital, incluyendo el grado de amenaza y las características del suelo, no se contabilizan para el cálculo del índice de seguridad. El segundo paso es ingresar los hallazgos encontrados en la lista de verificación en una hoja de cálculo que contiene una serie de fórmulas que asignan valores específicos a cada aspecto evaluado, de acuerdo con el rango de seguridad asignado y su importancia relativa respecto a la seguridad integral del hospital frente a desastres. Esta hoja de cálculo se denomina modelo matemático del índice de seguridad hospitalaria.

### **Pesos relativos de las variables, secciones y componentes**

Las variables se agrupan en secciones y un grupo de secciones constituye un componente. El valor de cada variable se multiplica por su peso relativo dentro de la sección. La suma de los valores resultantes de todas las variables de una sección da el 100% de la sección. Cada sección tiene un peso ponderado asignado en relación con las demás secciones del mismo componente, de tal forma que la suma del peso ponderado de las secciones da el 100% del componente respectivo.

Mediante este procedimiento, se logran resultados individuales por sección y por componente, para facilitar la identificación de las áreas críticas. El componente de seguridad estructural tiene un peso correspondiente al 50% del índice, el componente no estructural tiene un peso del 30% y el componente de capacidad funcional, el 20% restante. La suma de los resultados ponderados de los tres módulos da como resultado el valor total de la seguridad del hospital expresada en función del porcentaje de probabilidad de funcionamiento en casos de desastre. Dado que cada variable tiene tres niveles de seguridad: alto, medio y bajo, y con el fin de reducir la distorsión al momento de evaluar, se asignan valores constantes a cada nivel de seguridad y mediante fórmulas adicionales se establece el índice de seguridad, cuyo valor máximo es 1 y mínimo 0. Los cálculos y ponderaciones se realizan teniendo en cuenta que es muy difícil que un hospital quede perfectamente operativo, por lo que una institución raramente puede recibir un resultado de 1 en el índice de seguridad.

### **Ingreso de datos en el modelo matemático**

La lista de verificación se incorpora en una hoja de cálculo que contiene fórmulas que permiten aplicar los valores asignados a cada respuesta y otorga pesos ponderados relativos a cada sección y a cada componente. Con ello se logra obtener automáticamente el índice de seguridad total y específico para los componentes: estructural, no estructural y organizativo-funcional. Los resultados de la lista de verificación son ingresados como valor numérico (1) en las celdas correspondientes y la hoja de cálculo aplica automáticamente una serie de fórmulas para realizar los siguientes pasos:

- Revisión automática de errores en el ingreso de la información.
- Asignación de valores ponderados para cada variable y para cada sección.
- Asignación de valores ponderados de seguridad para cada componente: estructural, no estructural y funcional.
- Cálculo de seguridad porcentual relativa para cada componente.
- Generación de gráficos de seguridad proporcional para cada componente.
- Cálculo automático del índice de seguridad hospitalaria.
- Generación del gráfico del índice de seguridad hospitalaria.
- Clasificación automática del hospital en categoría A, B o C.
- De acuerdo con la categoría de seguridad del hospital, establece recomendaciones generales de intervención.

La aplicación de la herramienta fue realizada por un equipo multidisciplinario con variedad de razonamientos en la que se logró establecer:

#### **1. Ubicación geográfica y amenazas del entorno.**

- Fenómenos Geológicos
  - » Sismos
  - » Erupciones volcánicas
  - » Deslizamientos
  - » Tsunamis
  - » Otros
- Fenómenos Hidrometeorológicos
  - » Huracanes
  - » Lluvias torrenciales

- » Penetraciones de mar o río
- » Deslizamientos
- » Otros
  
- Fenómenos Sociales
  - » Concentración de población
  - » Personas desplazadas
  - » Otros
  
- Fenómenos Sanitarios-Ecológicos
  - » Epidemias
  - » Contaminación (especificar)
  - » Plagas
  - » Otros
  
- Fenómenos Químico-Tecnológicos
  - » Explosiones
  - » Incendios
  - » Fuga de materiales peligrosos
  - » otros
  
- Propiedades Geotécnicas del Suelo
  - » Licuefacción
  - » Suelo arcilloso
  - » Talud inestable

## **2. Elementos relacionados a la seguridad estructural.**

Las columnas, vigas, muros losas, cimientos y otros, son los elementos estructurales que forman parte del sistema de soporte de la edificación. De tal forma que este componente de la lista de verificación está diseñado para evaluar edificios de concreto armado.

- Seguridad debida a antecedentes del establecimiento
- Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.

## **3. Elementos relacionados con la seguridad no estructural.**

Se consideran como no estructurales los elementos que no forman parte del sistema de soporte de la edificación. En este caso corresponden a las líneas vitales, como son las redes eléctricas, hidráulicas, sanitarias, los sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado, entre otros; el mobiliario y los equipos de oficina fijos o móviles, así como los equipos médicos y de laboratorio, suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento, además de los elementos arquitectónicos de la edificación, entre otros.

- Líneas vitales
- Sistema eléctrico
- Sistema de telecomunicación
- Sistema de aprovisionamiento de agua
- Depósito de combustible (GLP, gasolina o diésel)

- Gases medicinales
- Sistema de saneamiento
- Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado y/o agua caliente, principalmente en áreas críticas
- Mobiliario, equipo de oficina y almacenes
- Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento
  - » Este es el cuarto submódulo del módulo no estructural. Aquí se consideran los aspectos relativos a los equipos médicos, de laboratorios y suministros, haciéndose énfasis en las áreas críticas.
- Elementos arquitectónicos
- Plan operativo para desastres internos y externos
- Planes de contingencia para atención médica en desastres
- Planes para el mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales
- Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para situaciones de desastres.

#### **4. Seguridad con base a la capacidad funcional.-**

Esto se refiere al nivel de preparación para emergencias masivas y desastres del personal que labora en el hospital, así como el grado de implementación del plan hospitalario para casos de desastre.

#### **5. Los objetivos de la evaluación del componente de capacidad funcional**

Estas son:

- Conocer los aspectos técnicos para evaluar la seguridad funcional y
- Describir el contenido técnico de la lista de verificación.

El estándar que se debe emplear es que el establecimiento tiene que estar organizado y dispuesto para responder a emergencias mayores y situaciones de desastre, de acuerdo con su plan y procedimientos para contingencias. El personal tiene que estar capacitado para el manejo masivo de víctimas. Organización del Centro de Operaciones de Emergencia y del equipo de pronta respuesta. Se evalúa la organización del *comité hospitalario para desastres* con el propósito de comprender la importancia de su organización funcional, así como el papel del *comité hospitalario* y su integración al *centro de operaciones de emergencias de salud (COE'S)*. La organización funcional del comité define autoridad, función y responsabilidad en una institución, para que todas las actividades se dirijan al alcance de los objetivos y metas propuestas sin duplicar esfuerzos (brigadas). También promueve la colaboración entre los individuos en un grupo y mejora la efectividad y eficiencia de las comunicaciones. Se refiere a los procesos y estrategias hospitalarias que son puestas en ejecución en situaciones masivas de emergencias y desastres, suministra los métodos para que se puedan desempeñar las actividades eficientemente, con el mínimo de esfuerzos (tarjetas de acción).

## **EXPOSICIÓN Y DIAGNÓSTICO DE RESULTADOS**

En este capítulo se presenta los resultados de las encuestas y de la investigación de acuerdo a la aplicación de la metodología Índice de Seguridad Hospitalaria, elaborado por la OPS y OMS

la misma que se la está empleando en las América Latina y el Caribe y no es excepción nuestro país, y es así que se ha implementado en varias regiones de nuestra nación.

### **Resultado de las encuestas dirigida a los trabajadores, empleados y funcionarios del Hospital General Puyo**

#### **1. ¿Existe una política pública de gestión de riesgos del Ministerio de Salud Pública?**

De acuerdo al resultado de las encuestas, nos muestra que un 80,99% de los funcionarios, empleados y trabajadores del Hospital General Puyo no tienen conocimiento de que existe una política pública de gestión del riesgo versus el 19,01% que lo conoce, es decir que la mayoría de los encuestados desconoce acerca de la política pública.

#### **2. ¿Conoce la existencia de protocolos interinstitucionales que traten la temática de gestión de riesgos?**

En las encuestas realizadas, el 52,82 % afirman que no conocen de la existencia de protocolos interinstitucionales de gestión del riesgo lo dificulta las acciones de prevención y respuesta, ante lo expuesto es necesario socializar los protocolos existentes.

#### **3. ¿Existe un sustento legal para la implementación de la gestión de riesgos en el Hospital General Puyo?**

De acuerdo al resultado de esta pregunta el 58,45% de los funcionarios, empleados y trabajadores del Hospital General Puyo no conocen el fundamento legal que sustenta la gestión del riesgo; versus un 41,55% que si conoce el ámbito legal que lo está amparando en la Constitución de la República.

#### **4. ¿Piensa usted que la ciudad del Puyo existen zonas de riesgos que desencadenarían situaciones de emergencia y/o desastre?**

El resultado de esta pregunta de la encuesta es del 34,51% opina que no existen zonas de riesgo que llegarían a producir un evento adverso mientras que el 65,49% manifiesta que si puede producir un evento en las zonas periféricas de la ciudad.

#### **5. Señale: ¿Cuál es el principal evento adverso que pudiera ocasionar efectos catastróficos al Hospital General Puyo?**

Variable	Porcentaje	Frecuencia
<b>Inundación</b>	39,44%	56
<b>Sismos</b>	19,72%	28
<b>Deslizamientos</b>	25,35%	36
<b>Erupciones Volcánicas</b>	13,38%	19
<b>Otro</b>	2,11%	3
<b>TOTAL:</b>	<b>59,15%</b>	<b>142</b>

#### **Análisis**

En las encuestas realizadas es evidente que los principales eventos adversos que podrían ocasionar afectaciones significativas a la ciudad del el Puyo y al Hospital señalan las inundaciones

con el 39,44%, los deslizamientos con el 25,33%, los sismos con el 19,72% y las erupciones volcánicas con el 13,38%, lo que significa que si conocen los eventos adversos que podrían afectar al hospital y la ciudad.

#### **6. ¿Existen programas de capacitación para enfrentar una emergencia y/o desastres en el Hospital General Puyo?**

En base a las encuestas realizadas y en relación al gráfico, los resultados indican con un 78,87% si existen capacitaciones en temas de gestión de riesgos, lo que disminuye la vulnerabilidad del hospital, y beneficia las acciones de respuesta durante una emergencia y/o evento adverso.

#### **7. ¿Conoce si existe plan de emergencia y de contingencia del HGP?**

De acuerdo al resultado el 88,03% afirma que si conocer el plan de emergencia y de contingencia del Hospital General Puyo, mientras que el 11,97% no lo conoce que corresponde al personal recientemente contratado, ante lo expuesto es necesario socializar los planes con las nuevas contrataciones.

#### **8. ¿Se han realizado ejercicios de simulación y simulacros en el Hospital General Puyo?**

En base a las encuestas aplicadas, el 92,55% manifiestan que si se ha realizado un simulacro en el Hospital General Puyo, versus el 7,75% que no conoce y no ha participado de este tipo de ejercicios. En vista de que se ha realizado solo un simulacro es necesario realizar periódicamente este tipo de ejercicios.

#### **9. ¿Conoce si el Hospital General Puyo es sismo resistente?**

En las encuestas realizadas los encuestados en un 92,55% expresan que el hospital si es sismo resistente ya que es una construcción nueva y se aplicaron las nuevas técnicas constructivas, en relación a 7,75% que lo desconoce completamente.

#### **10. ¿Disponen de protocolos de actuación en emergencias y/o desastres en el HGP?**

De las encuestas realizadas se obtiene un 76,06%, no conocen los protocolos de actuación en emergencias y/o desastres, lo que dificulta la el accionar del centro hospitalario durante un evento adverso. En este sentido, se sugiere realizar talleres de socialización para dar a conocer a los funcionarios, empleados y trabajadores del HGP.

#### **11. ¿Existe personal técnico especializado en gestión de riesgos en le HGP?**

De las encuestas realizadas se obtiene un 41,55% afirma que no existe personal calificado en un en gestión de riesgos que implemente toda la política de gestión de riesgos, el 34,51% manifiesta que son pocas personas calificadas en gestión de riesgos, el 22,54% que son pocas las personas que manejan la gestión del riesgo y el 1,41% indica que son muchas las personas que aplican la gestión de riesgos ante lo expuesto es necesario de contratar personal técnico especializado en gestión de riesgos.

#### **12. ¿Existe la voluntad de incorporar la gestión del riesgo en el HGP?**

En base a las encuestas realizadas, el 74,65% manifiesta que existe la voluntad para implementar e incorporar la gestión de riesgos para el Hospital General Puyo. Esto es considerado como positivo ya que se requiere la decisión política de las autoridades para ejecutarlos procesos de gestión de riesgos.

### **Aplicación del Índice de Seguridad**

Para la aplicación del índice de seguridad se conforma un equipo de profesionales multidisciplinario que realiza la visita al hospital del 20 al 22 de mayo de 2013, se coordinan reuniones informativas con autoridades de la casa de salud y del nivel Provincial, se recorre la unidad aplicando el formato de evaluación verificando cada una de las 145 preguntas, se revisan documentos, planos y mapas. Se elabora el cálculo matemático y se redacta un informe final.

### **Resultados evaluación**

#### **Aspectos relacionados con la ubicación geográfica del establecimiento de salud**

En este punto en lo que se refiere al análisis de amenazas geológicas como son los sismos representa de acuerdo al mapa de zonificación sísmica en nivel de amenaza alta, con respecto a las erupciones volcánicas representa un nivel de amenaza bajo de igual manera está representado por un nivel de amenaza medio los deslizamientos. Dentro de los fenómenos hidrometeorológicos se representa un nivel alto de amenaza las lluvias torrenciales y los deslizamientos de amenaza media. En las amenazas sociales se presenta una baja amenaza a altas concentraciones de población. En lo referente a los fenómenos sanitarios – ecológicos encontramos las epidemias, la contaminación y las plagas con un nivel medio de amenaza. Los fenómenos químico – tecnológicos las explosiones y los incendio representan un nivel bajo de amenaza, mientras que la fuga de materiales peligrosos un nivel medio de amenaza. Las propiedades geotécnicas del suelo, por presentar un suelo tipo arcilloso es propenso a la licuefacción siendo estas catalogadas como una amenaza media.

#### **Evaluación de los aspectos relacionados con la seguridad estructural.**



Figura 13: Foto del plano arquitectónico de planta con la ubicación de los bloques (Makiber, 2012)

Se solicitó a la empresa constructora Makiber una copia de los Planos-built que fueron empleados para la construcción del Hospital General Puyo, presentando una copia magnética de los planos estructurales, con respecto a los planos arquitectónicos, hidrosanitarios, eléctricos, mecánicos, telecomunicaciones, gases y medicinales, donde se aprecian los servicios médicos, las paredes divisorias de los ambientes y la localización de la estructura y cerchas metálicas. Se muestra una foto de la implantación del hospital General Puyo (Fig. 13).

Se realizó un estudio de los planos arquitectónicos y estructurales, el mismo que está orientado hacia la organización de los servicios médicos y equipamiento. Sin embargo, como están identificados la mayoría de columnas se pudo identificar los bloques estructurales. Posteriormente se recorrió, por los 23 bloques que conforman la Unidad Hospitalaria, a fin de verificar lo indicado en dichos planos, este ejecutado en obra para con el fin de establecer el sistema estructural, se verificará la separación de los bloques y sus juntas, verificar la calidad de la construcción y su conservación.

### **Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación**

Se encontró que el sistema estructural es sobre pilotes, combinado con una cimentación de viga y losa que forma la implantación del hospital: desde su cimentación se aplicó un sistema de pilotaje de sección circular de 250mm de diámetro, los mismos que varían de profundidad de 8.00 m a 13.00 m. aproximadamente, los cuales fueron fundidos in situ de acuerdo al estudio de suelos y a la prueba de carga, sobre esta sistema se encuentra un encepado rígido que son los encargados en repartir uniformemente entre los pilotes la carga, los pilotes se unen mediante vigas riostradas de sección que supera los 50 cm. de acuerdo a planos. Sobre estas vigas se ha mejorado las condiciones del suelo colocando una sub base clase 2 y a la vez se ha realizado una losa de cimentación para que soporte las cargas que genera la instalación hospitalaria. Los 23 bloques que conforman la Unidad hospitalaria en el diseño de la estructura se ha basado en perfiles tubulares (cerchas y pilares) ya que suponen una gran disminución de Kilogramos de acero estructurales necesarios porque al tratarse de perfiles cerrados, éstos tienen una elevada inercia con un bajo peso propio. Este hecho supone también una gran ventaja a nivel de dimensionado sísmico ya que la masa a movilizar en situación accidental sísmica es mucho menor. Como es lógico, también, supone un ahorro en cuanto a costes de cimentación ya que se reduce notablemente el peso propio del edificio.

### **Interacción de los elementos no estructurales con la estructura.**

En relación a la interacción de los elementos no estructurales con la estructura, existe total interacción entre las paredes y los pórticos de viga y columnas. En varios casos, sobre todo fachadas, se podría dar el grave problema de columnas cortas, por la presencia de antepechos que van desde la parte baja (piso) hasta nivel superior, como se muestran en las fotografías.

### **Proximidad de los edificios**

Al tratarse de una edificación nueva, no se puede evidenciar juntas de dilatación a simple vista, ya que estas se encuentran con recubrimiento de Gypsum o de vinil. Se puede observar en los planos estructurales proporcionados que las juntas de dilatación que se generan son para minimizar los efectos térmicos de dilatación y contracción se muestran en el siguiente esquema. A

nivel vertical se basan en doblado de pilares, coincidiendo con los pasillos de circulación. A nivel horizontal se conciben a modo de colisos en las viguetas de los propios pasillos para evitar justamente el doblado de pilares. Las únicas excepciones son las juntas de dilatación horizontales que separan los pabellones C, H y X, del resto mediante doblado de pilares ya que configuran los tres espacios especiales de acceso con luces y sistemas constructivos específicos.

### **Redundancia estructural**

En relación con la redundancia estructural, longitudinalmente tienen 2 líneas de resistencia, en cambio transversalmente tiene más de 3 líneas de resistencia entre sus columnas.

### **Detallamiento estructural incluyendo conexiones**

La infraestructura hospitalaria es fue construida desde el año 2012 hasta inicios del 2013. Por tanto se concluye que el diseño estructural fue realizado respetando las normas ecuatorianas de construcción NEC-11 y las normas internacionales como el ACI Internacional, ASTM, LRFD. De acuerdo a la Memoria del Proyecto ejecutivo presentado por la Empresa consultora - constructora.

### **Líneas de redundancia estructural**

Seguridad de fundaciones o cimientos

De acuerdo a lo solicitado si se dispone de planos de cimentación al igual de respaldo fotográficos de la ejecución de la cimentación, la misma que fue realizada sobre pilotes por las condiciones del suelo donde fue implantado la estructura, a continuación se detalla las secciones de cimentaciones empleadas en la estructura.

### **Irregularidades en planta (rigidez, masa y resistencia)**

Las formas son regulares con estructura uniforme. Sólo las únicas excepciones son los pabellones C, H y X siendo estos accesos principales, por lo que se diferencia en su altura y en dimensionamiento tanto longitudinal como transversalmente en comparación con los otros pabellones. Al respecto se puede indicar que la estructura de los tres halls de acceso son de gran altura, sin mayor peso en la parte alta debido a las cubierta colocada, también tiene elementos de grandes dimensiones tanto transversales como longitudinales, y está con juntas sísmicas con respecto al resto de bloques.

### **Irregularidades en elevación (rigidez, masa y resistencia)**

Todos los bloques son regulares en elevación, es decir toda el área de planta baja se mantiene en los pisos superiores sin suprimir sus columnas ni vigas, a excepción de las cinco áreas técnicas implantadas para los equipos de climatización. Adecuación estructural a fenómenos. (Meteorológicos, geológicos entre otros). La estructura es segura frente a fenómenos como vientos huracanados e inundaciones a causa de la gran demanda de precipitación pluvial en el sector.

### **Resultado aspecto estructural**

En la evaluación del componente estructural, realizado al hospital General Puyo se obtuvo un 63% de seguridad alta, 30% de seguridad media y apenas un 7% en la seguridad baja.

## **Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del hospital**

### **Evaluación No estructural**

La evaluación del componente no estructural fue realizada con un recorrido por cada una de las dependencias de este servicio de salud en compañía de funcionarios del área de mantenimiento. Se verificaron las condiciones según el siguiente detalle:

- Sistema eléctrico
- Sistema de telecomunicaciones
- Sistema de aprovisionamiento de agua
- Depósito de combustibles
- Gases medicinales
- Sistema de Calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas
- Mobiliario y equipos de oficina
- Equipos médicos de laboratorio
- Elementos arquitectónicos

La apreciación general del comportamiento del hospital en el componente no estructural ante situaciones de emergencias y desastres es relativamente buena, salvo por aspectos puntuales.

### **Sistema Eléctrico**

La capacidad del generador es de 552 kva, con lo cual solventa las necesidades de la unidad médica, no incluye equipos de imagenología. En el mismo pabellón de una planta está la cocina y se encuentra el generador de emergencia se ha presentado una falla en el sensor que controla el paso de combustible lo que ha ocasionado derrame del mismo, no tiene canal de desfogue hacia el exterior, al momento a pesar de haber limpiado continua escurriendo el diésel acumulado. Se han realizado pruebas de funcionamiento al equipo, posee tablero de transferencia automática y está en proceso de entrega por parte de la constructora Makiber, encargada del proyecto. De la red eléctrica de servicio público llega a la cámara de transformación de la unidad de salud mediante ductos. En algunos sitios falta completar canaletas y asegurar algunos elementos. Como está en proceso de terminación se espera concluyan.

### **Sistema de Telecomunicaciones**

En servicio de telefonía es suministrado por el CNT posee 10 líneas. (La comunicación interna es mediante telefonía IP y la externa a través de la central telefónica). El sistema está ubicado en sitio seguro cuenta malla a tierra climatización, sistema contra incendios. Falta seguridad en antenas, sistema alas de socorro y la comunicación por radio HF y VHF.

### **Sistema de aprovisionamiento de agua**

Es del servicio público llega a la cisternas para ser tratadas, existen dos tanques de reserva la capacidad es de 150 m<sup>3</sup> cada uno. Existe un tanque adicional de 280 m<sup>3</sup> para el sistema contra incendios.

### **Depósito de combustible (gas, gasolina o diésel)**

La capacidad para almacenamiento de combustible es de 1200 galones de GLP, que al momento cuenta con el 25% de aprovisionamiento por seguridad ya que las llaves de paso de abastecimiento están fuera del cerramiento del tanque y pueden ser manipuladas por cualquier persona

### **Gases medicinales (oxígeno, nitrógeno, etc.)**

El almacenamiento de gases medicinales tenemos: oxígeno, aire medicinal y óxido nitroso. El óxido nitroso y el oxígeno se encuentran en bombonas, en un número suficiente para solventar las necesidades del hospital. No todas las bombonas están seguras y muchas de ellas se encuentran sueltas. El aire medicinal que es distribuido desde la central, cuenta con buen número de bombonas.

### **Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas**

Funcionan adecuadamente se encuentran seguros los calderos y anclados sobre el cielo raso.

### **Mobiliario y equipos de oficina fijo, móvil y almacenes (incluye computadoras, impresoras, etc.)**

Calificado dentro del modelo matemático como bajo, las estanterías sin seguridades. Aquí se puede señalar que los televisores LCD se encuentran suspendidos con un sistema inestable.

### **Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento.**

Tienen 6 quirófanos incluido el de centro obstétrico. En los dos quirófanos de cirugía laparoscópica la evacuación de gases (CO<sub>2</sub>) se la hace mediante un filtro, mismo que con el promedio actual de cirugías tiene una vida útil de 3 meses; esto se podría remediar una vez que la empresa contratista provea de equipos compatibles, es decir una torre laparoscópica y una máquina de anestesia que funcionen conjuntamente.

### **Elementos arquitectónicos**

Las puertas de acceso no todas funcionan con doble batiente, varias están con desnivel y con sus hojas desplomadas. Las ventanas según los contratistas con vidrios de seguridad y aluminio con protección de planchas onduladas de tool perforadas. Cabe indicar que en el área de cocina trabajan 23 personas en donde por el espacio reducido se mantienen las ventanas abiertas para ventilación lo que permite el ingreso de insectos, en este lugar procedería implementar malla adicional anti mosquito. Techos y cubiertas con planchas metálicas termo acústicas sobre estructura metálica, se han presentado varias goteras por efecto de no poseer canales afectando en puertas y ventanas que están siendo solucionadas por la empresa MAKIBER contratista de obra que se encuentra en proceso de entrega.

### **Resultado aspecto no estructural**

Como se puede apreciar en la figura y según la evaluación del componente no estructural, realizado al hospital General Puyo se obtuvo un 67% de seguridad alta, 27% de seguridad media y apenas un 6% en la seguridad baja, sobre la base de los puntos que se exponen en la matriz del índice de seguridad.

### **Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional**

#### **Evaluación Funcional**

Los aspectos evaluados en el hospital Puyo en el tema funcional fueron:

Organización del comité hospitalario para desastres y centros de operaciones de emergencia.

- Plan operativo para desastres internos o externos.
- Planes de contingencia para atención médica en desastres.
- Planes para el funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales.
- Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres.

### **Organización del comité para desastres del establecimiento de salud.**

La apreciación general en el tema funcional es que las autoridades y el personal del hospital ante eventos adversos no pueden responder de manera adecuada, lo que puede deberse a la poca o nula experiencia ya que como unidad hospitalaria no han intervenido ante un evento adverso, considerando también que desde febrero que inician sus atenciones no han tenido la oportunidad de atenciones grandes como eventos adversos, históricamente en la edificación antigua atendían accidentes de tránsito, deslaves ocurridos en varios sitios de manera recurrente, violencia social y brotes epidémicos (AH1N1, rabia silvestre, sarampión, dengue). El personal de salud no se encuentra capacitado en temas de Gestión del Riesgo, ni cómo actuar ante la posibilidad de enfrentar un evento adverso interno o externo, complicando la situación el no contar con Planes bien definidos, considerando que es un Hospital Docente y que la rotación del personal es muy frecuente (cada 6 meses estudiantes).

El hospital cuenta con un comité hospitalario para desastres incompleto ya que los funcionarios que fueron designados ya no se encuentran en la unidad, por lo que se encuentra inactivo, y no existen actas de constitución ni de reuniones, se entrevista con varios funcionarios que lo integran quienes indican desconocer funciones específicas; el día martes 21 se realiza una reunión con todos los líderes de servicio para retomar sus acciones y que periódicamente se reúnan para realizar acciones enfocadas a la gestión del riesgo hospitalario.

### **Plan operativo para desastres internos o externos.**

El hospital cuenta con un plan operativo para desastres internos y externos, que no contempla multi-amenazas, se recomienda reestructurarlo siguiendo la cronología y lineamientos del MSP, sin dejar de lado la existencia de helipuerto del Hospital, y la población asignada. Hace falta que sea elaborado por el equipo multidisciplinario de la institución y posteriormente socializarlo a todo el personal y se hace necesario planificar capacitación para el personal en emergencias y desastres, ya que se detecta una falta de conocimiento como en Triage, Aproximación a la Gestión de Riesgos, Acciones y funciones de las Brigadas, Sala de Situación, etc.

El Plan contempla hipótesis de emergencias internas y externas en forma muy general, pero no directrices de acción; No se han identificado actividades específicas para reforzar los servicios esenciales del establecimiento; No se disponen de procedimientos y protocolos de activación y desactivación del plan; El plan hospitalario no contempla previsiones administrativas para desastres; No está asignado en el establecimiento un presupuesto específico asignado para la implementación del Plan ante desastres; No se dispone de procedimientos para la habilitación de espacios para aumentar la capacidad de respuesta del establecimiento y/o la expansión de áreas críticas; No se dispone de procedimientos para admisión en emergencias y desastres, con formatos y protocolos específicos para la atención masiva de víctimas; No se cuenta con procedimientos para triage, reanimación, estabilización y tratamiento.

### **Planes de contingencia.**

El hospital no cuenta con planes de contingencia para enfrentar las diferentes amenazas de la zona, se observa dos planes (Influenza A H1N1 y caída de ceniza por la erupción del volcán Tungurahua) de años anteriores, no actualizados y que requieren reestructuración de acuerdo a los lineamientos del MSP.

### **Planes de mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales.**

En el área de mantenimiento laboran 2 Ingenieros y 1 técnico electro mecánico, quienes indican que no cuentan con los planes de mantenimiento para las líneas básicas o vitales y que por ser un hospital nuevo que aún no ha sido entregado por el constructor en caso de requerir reparación de algún equipo la empresa se encarga del arreglo. No cuentan con bitácoras del uso de equipos y consumo de combustibles. No se cuenta con planes de mantenimiento preventivo y correctivo para el servicio de energía eléctrica No se cuenta con plan de mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema de agua potable. No se cuenta con plan de mantenimiento preventivo y correctivo para el sistema de comunicación. No se cuenta con plan de mantenimiento para el sistema de aguas residuales. No se cuenta con un plan para manejo de residuos sólidos. Aunque el hospital cuenta con almacenamientos intermedios y disposición final, no existe el plan del hospital o de la empresa privada que realiza la limpieza. No se cuenta con plan de mantenimiento para el sistema contra incendios (los extintores no están colocados de manera que sean asequibles, ni con las instrucciones de uso, el personal en su mayoría desconoce cómo se usa; existe un sistema contra incendios (detectores de humo, boca toma, hidrantes y mangueras). Extintores con mantenimiento (carga actualizada a enero 2014). Se evidencia que los botones de pánico en algunos lugares no son asequibles ya que están ubicados detrás de las puertas. En todo el hospital no se encuentra las llaves de los gabinetes de los extintores y al preguntar al personal, refieren que les indicaron que deben romper el vidrio, pero en algunos lugares pese a romper el vidrio los extintores no saldrían ya que el vidrio es estrecho. En otro lugar el extintor que está libre es utilizado para colgar batas descartables, o botellas.

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

EL stock de medicamentos en general cubrirá aproximadamente la necesidad de 3 meses, y en caso de emergencias grades o desastres si cubrirían las 72 horas consideradas como críticas. Existe insumos médicos y material de curaciones para el trabajo diario y su cantidad abastecerá el presente periodo, al igual que para la atención de emergencias y desastres. Existe disponibilidad de material desechable para la protección del personal ante epidemias, en caso de requerir para la atención de emergencias y desastres se dispondrá de ese material. En bodega, depósitos y almacenes se cuenta con protección ante sismos parcialmente, ya que en algunos ambientes como farmacia trasladan las perchas del hospital antiguo y estas se encuentran inseguras, y las perchas colocadas por la empresa constructora se encuentran ancladas entre si lo que brinda seguridad para el usuario interno; ante incendios (existe extintor en el interior, los tanques de oxígeno están anclados y un gabinete en el exterior)

### **Resultado aspecto funcional**

En el resultado del aspecto funcional, el hospital presenta un grado de seguridad alto en un 15%, en el grado medio un 11% y un 74% en aspectos bajos, este resultado fue esperado

antes de realizar la evaluación, considerándose que inicia el funcionamiento desde marzo de 2013 con una edificación totalmente diferente a la antigua y con un incremento de recursos humanos, de equipamiento y en la infraestructura, que llevan a tomar nuevas decisiones y urgentes con estos valores obtenidos y que dependen única y exclusivamente del Personal de Salud y Sus autoridades para transformar el resultado negativo en positivo.

### Interpretación de resultados.

El Hospital General Puyo obtiene un índice de seguridad del 0.63 con una vulnerabilidad del 0.37. Según la herramienta “Índice de Seguridad” el hospital se ubica en la categoría B (0,36 - 0,65). Esta categoría menciona que se requieren medidas necesarias en el corto plazo, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento pueden potencialmente poner en riesgo a los pacientes, el personal y su funcionamiento durante y después de un desastre”.

**Tabla 4:** acciones de intervención después de la aplicación del índice de seguridad hospitalario en el hospital general PUYO. Nivel de complejidad: II Nivel , Capacidad de atención: 125 camas. 1: Corto Plazo; 2: Mediano Plazo; 3: Largo Plazo (requiere de asignación presupuestaria montos altos, o puede esperar)

Elementos Evaluados	Problemática		Actividades	Prioridad	Responsables
Aspectos Estructurales	Juntas sísmicas		Identificación de juntas sísmicas, y dejarlas libres para su sellado	1	Autoridades del Hospital y COE'S
	Documentos Técnicos (planos As-built)		Gestionar con la empresa constructora la entrega de estos documentos	2	Autoridades del Hospital y COE'S
Aspectos No Estructurales	Sistema eléctrico	Generador en pruebas por parte de la Empresa Makiber constructora se produce derrame de combustible a causa de daño del sensor de paso.	Seguir coordinando con la Constructora la solución de este imponderable. (Ing. Mantenimiento)	1	Autoridades del Hospital y COE'S
	Sistema de telecomunicaciones	Antenas inseguras sin sensores	Completar la instalación y aseguramiento de las antenas	2	Autoridades del Hospital y COE'S
	Sistema de agua	Entregando por parte de la constructora	Recibir con toda la documentación y plan de mantenimiento	3	Autoridades del Hospital y COE'S
	Depósito de combustible	En buen estado	Dar seguridades a las llaves de control	2	Autoridades del Hospital y COE'S
	Gases Medicinales	Ubicación y control	Asegurar todas las bombonas de acuerdo a las normas de seguridad.	2	Autoridades del Hospital y COE'S
	Sistema de aguas servidas	En buen estado	Con técnicos de la constructora verificación de recorridos de tubería y ubicación de cajas para el mantenimiento	3	Autoridades del Hospital y COE'S
	Sistema de saneamiento	En buen estado.	Evaluaciones periódicas internas.	3	Autoridades del Hospital y COE
	Sistema drenaje fluvial	Represamiento de aguas lluvias en acceso de emergencia.	Completar con los canales de paso en el acceso a emergencia.	3	Autoridades del Hospital y COE
	Sistema calefacción	En buen estado	Evaluaciones periódicas internas.	1	Autoridades del Hospital y COE
Ventilación					
Equipos médicos, laboratorio y suministros	Sin anclaje algunas estanterías y contenidos, los equipos sin seguridad.	Continuar asegurando las estanterías, equipos y mobiliario.	1	Autoridades del Hospital y COE	
Elementos Arquitectónicos	En cuanto al cerramiento. El diseño es abierto de todo el hospital hace falta cámaras de seguridad e iluminación exterior	Completar la instalación de cámaras e iluminación de acuerdo a necesidades de seguridad.	1	Autoridades del Hospital y COE	
	Los pisos son de vinil regular estado existen abombamiento por efecto del ingreso de agua.	Exigir a la constructora la corrección de estos pisos que existen varios sitios.	1	Autoridades del Hospital y COE	
	Puertas de vidrio desniveladas y sin plomo. Las hojas han dañado el vinil del piso. Existen puertas que topan en el friso si se abren hacia afuera. Puertas pequeñas en hemodiálisis.	Corregir los niveles y plomos de las puertas. Verificar batientes de acuerdo a normas. Poner simbología.  Ampliar puerta en hemodiálisis - Makiber	1	Autoridades del Hospital y COE	

		Cielos falsos regular estado por efecto de humedades.	Instalar sistema automático de puertas en el acceso principal para evitar los cambios frecuentes de temperatura y puedan regular el uso del aire acondicionado.	1	Autoridades del Hospital y COE
		De los techos y cubiertas por efecto de diseño no poseen canalones y mucha agua caen a las mamparas de aluminio - vidrio ingresando a los corredores.	Buscar alternativas conjuntamente con la constructora para evitar el ingreso de agua a las áreas de circulación interna.	1	Autoridades del Hospital y COE
		Ventanas / vidrios (Son de seguridad y en buen estado) En el área de cocina por el número de personas mantienen abierta las ventanas.	Buscar la solución para el área de cocina, conjuntamente con la constructora una alternativa ayudar con malla adicional antimosquito.	1	Autoridades del Hospital y COE
Aspectos Funcionales	COE-S	No se encuentra conformado el Comité.	Conformar el COE-H con actas y roles específicos para cada miembro, legalizarlo con acción de	1	Autoridades del Hospital y DPS.

			personal.		
		Sin equipamiento para el funcionamiento del COE-H	Dotar de equipamiento para el funcionamiento del COE- H.	1	Autoridades del Hospital y DPS.
Plan Operativo		No cuentan con Plan operativo ni de capacitación	Elaboración del Plan y Capacitación de todo el personal en gestión del riesgo, medidas de autoprotección, manejo de extintor, evacuación, etc.	1	Autoridades del Hospital y DPS.
Plan de emergencias Hospitalario		No cuentan con el Plan de emergencias actualizado	Formulación del plan Incorporando varios aspectos con amenazas internas y externas, y socializar con todo el personal.	1	Autoridades del Hospital y COE
Planes de Contingencia		Ausencia de planes de contingencia de acuerdo a la evaluación realizada	Elaborar tarjetas de acción con los roles y funciones del personal en emergencias y desastres.	1	Autoridades del Hospital y DPS.
			Elaboración de planes de contingencia de acuerdo a los riesgos identificados en el establecimiento	1	Autoridades del Hospital y DPS.
			Elaborar un plan de salud mental para funcionarios y pacientes	1	Autoridades del Hospital y DPS.
Alarmas		No cuentan con un Sistema de Alerta y Alarmas ante desastres.	Dotación de un sistema de alarmas y alertas definido para emergencias y desastres	2	Autoridades del Hospital y DPS.
Triage		No cuentan con un área de triage	Establecer Área de Triage y equiparla.	1	Autoridades del Hospital y DPS.
			Elaborar Tarjetas de Triage.	1	Autoridades del Hospital y DPS.
Plan de mantenimiento		Ausencia de planes o acciones de mantenimiento preventivo, correctivo y funcionamiento de servicios vitales	Elaboración del Plan de Mantenimiento de todas las estructuras, soportes de paredes y equipos de soporte vital.	1	Autoridades del Hospital y DPS.
Medicamentos e insumos, anclajes		Cuentan con reservas para cubrir atenciones normales del hospital más no en caso de Desastres.	Desarrollar una estrategia que permita dotar y reponer los medicamentos, insumos, instrumental y equipo utilizados durante las emergencias y desastres.	2	Autoridades del Hospital y COE
			Desarrollar estrategias que permitan la referencia y contrareferencia de pacientes durante las emergencias y desastres	2	Autoridades del Hospital y COE
			Realizar mantenimiento frecuente y anual de extintores	2	Autoridades del Hospital y COE
			Acondicionamiento de la farmacia y bodega para protección del personal, medicinas e insumos.	2	Autoridades del Hospital y COE
			Instalar una Sala de Situación para el procesamiento de la información	1	Autoridades del Hospital y COE
			Incrementar la Señalética de seguridad	2	Autoridades del Hospital y COE
		Sistema Contra Incendios mal ubicado en ciertos ambientes.	Reubicar el sistema contra incendios dispositivos.	2	Autoridades del Hospital y COE
			Realizar evaluaciones anuales del Índice de Seguridad Hospitalaria	2	Autoridades del Hospital y COE
			Realizar un simulacro o una simulación anual (dirigido con énfasis al staff de directivos y miembros del Comité Hospitalario ante emergencias y desastres) frente a las amenazas internas y externas.	2	Autoridades del Hospital y COE
			Realizar un simulacro y/o una simulación anual en conjunto con la red de servicios de salud de la provincia.	2	Autoridades del Hospital y COE
			Actualizar anualmente los planes hospitalarios frente a eventos adversos	2	Autoridades del Hospital y COE

## RESULTADOS

Medidas de superficie total de construcción del hospital es de 14.209 m<sup>2</sup> los mismos que se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 5: Distribución Física de los servicios hospitalarios (Makiber, 2012)

<b>DISTRIBUCIÓN</b>	
<b>PLANTA ÚNICA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>OFICINAS m<sup>2</sup></b>
Área administrativa, Albergue, Estadística, Hospitalización 1, Hospitalización 2, Hospitalización 3, Hospitalización 4, Consulta Externa 1, Consulta Externa 2, Consulta Externa 3, Consulta Externa 4, Hemodiálisis, Rehabilitación, Farmacia, Emergencias, Cirugía, Ginecología, Neonatología, Unidad de Cuidado Intensivo, Laboratorio, Morgue.	14.209 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL DE SUPERFICIE CONSTRUCCIÓN:</b>	<b>14.209 m<sup>2</sup></b>

### Cantidad aproximada de visitantes

En las instalaciones del Hospital General Puyo, el número de visitantes promedio diario es de 180 personas, correspondientes usuarios externos a consulta externa y visita a los pacientes internados.

### Cantidad de población:

En las instalaciones del Hospital General Puyo, trabajan actualmente 220 personas fijas, las mismas que permanecen continuamente en la locación, se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 5: Población del HGP

<b>OFICINAS</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>	<b>EMBARAZADAS</b>	<b>CAPACIDADES ESPECIALES</b>	<b>TOTAL</b>
Área administrativa	6	2	1		9
Albergue	2	2			4
Estadística	5	8			13
Hospitalización 1	7	9			16
Hospitalización 2	6	8			14
Hospitalización 3	8	7			15
Hospitalización 4	8	6			14
Consulta Externa 1	7	4	1		12
Consulta Externa 2	6	3			9
Consulta Externa 3	6	5			11
Consulta Externa 4	6	3			9
Hemodiálisis	1	3			4
Rehabilitación	4	5			9
Farmacia	2	6		1	9
Emergencias	12	11			23

Cirugía	4	8			12
Ginecología	6	9			15
Neonatología	3	4			7
Unidad de Cuidado Intensivo	3	4			7
Laboratorio	2	4			6
Morgue	1	1			2
<b>Total Personal:</b>	<b>105</b>	<b>112</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>220</b>

### Responsables del desarrollo e implementación del Plan de Autoprotección

Tabla 6: Responsables Plan de Autoprotección

RESPONSABLES DE LA IMPLEMENTACIÓN	
ÁREA O UNIDAD	ACTIVIDAD
Gestión de Riesgos, Equipo de Pronta Respuesta	Realización de Inspecciones de seguridad y prevención de eventos adversos. Adquisición y revisión de dispositivos de protección y detección de incendios. Conformación de Brigadas de emergencia, coordinación del personal para las capacitaciones. Coordinación de los sistemas de alarma, y otros elementos de comunicación visual, implementación de señalética.

### Descripción por cada área o dependencia

Tabla 7: Equipos por servicio

IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO POR ÁREAS Y PROCESOS				
Áreas	Procesos	Tipo de construcción	Maquinaria, equipos y elementos generadores de incendios	Materia prima usada, desechos y materiales peligrosos
Planta única	Área administrativa, Albergue, Estadística, Hospitalización 1, Hospitalización 2, Hospitalización 3, Hospitalización 4, Consulta Externa 1, Consulta Externa 2, Consulta Externa 3, Consulta Externa 4, Hemodiálisis, Rehabilitación Farmacia, Emergencias, Cirugía, Ginecología, Neonatología, Unidad de Cuidado Intensivo, Laboratorio, Morgue	Pared externa de concreto, paredes internas de gypsum, puertas y muebles de madera, puertas de madera y vidrio, ventanas de aluminio y vidrio, piso de hormigón cubierto vinil, cubierta de hormigón armado y de galvalúmen	Computadores, impresoras, toma corrientes, cortapicos, extensiones eléctricas, refrigeradora, radios, microscopios, esterilizadoras, succionadoras, reanimadoras, equipo de diálisis, termo cunas, agitador, auto clave, bomba de succión, electro bisturí, lámpara quirúrgica, monitores, ventilador mecánico, entre otros.	<b>Materia Prima:</b> Papel <b>Material Peligroso:</b> bomba de GLP, de diésel, central de gases medicinales. Equipos eléctricos, papel, cartón, madera <b>Desechos:</b> papel, cartón

### **Maquinaria, equipos y sistemas generadores de combustión y posibles incendios.**

La maquinaria y equipos que se consideran de mayor riesgo para generación de incendios, presentes en las oficinas de la Hospital General Puyo, se detallan en la siguiente tabla, las mismas poseen su respectiva seguridad y programa de mantenimiento e inspección con el fin de reducir y controlar el riesgo de incendio o accidente por electrocutamiento del personal.

Tabla 8: Equipamiento del HGP

ÁREA	EQUIPOS	CANTIDAD
Planta única	Computadoras	180
	Impresoras	150
	Refrigeradora	22
	Radios	3
	Máquinas de anestesia	6
	Monitores de signos vitales	12
	Lámparas de quirófano	6
	Ventilador respiratorio	24
	Electrocauterios	10
	Desfibriladores	10
	Termocunas	24
	Bombas de infusión	24
	Equipo de endoscopia	2
	Equipo de esterilización	3
	Ecógrafo	2
	Analizadores	8
	Autoclave	5
	Equipo de Rayos X	2
Electrocardiógrafo	3	

### **Evaluación de factores de riesgo detectados**

#### **Análisis de riesgo de incendio**

Para la evaluación y análisis de riesgos de incendios se utilizará el **MÉTODO SIMPLIFICADO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO MESERI** a fin de determinar el nivel de riesgo ante eventos adversos:

#### **Descripción y Aplicación del Método**

El método MESERI pertenece al grupo de los métodos de evaluación de riesgos conocidos como de “esquema de puntos” que se basan en la consideración individual, por un lado, de diversos factores generadores o agravantes del riesgo de incendio, y por otro de aquellos que reducen y protegen frente al riesgo. Este método está principalmente diseñado para su aplicación en empresas de tipo industrial, cuya actividad no sea destacadamente peligrosa, es aplicable en edificios o instalaciones de características constructivas homogéneas.

Tabla 9: Factores X

Concepto		Coef. pts	Otorgado
<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
<b>Nro. de pisos</b>	<b>Altura</b>		
1 ó 2	menor que 6 m	3	
3, 4 ó 5	entre 6 y 15 m	2	2
6, 7, 8 ó 9	entre 15 y 27 m	1	
10 ó más	más de 27 m	0	
<b>Superficie mayor sector de incendios</b>			
de 0 a 500 m <sup>2</sup>		5	
de 501 a 1.500 m <sup>2</sup>		4	
de 1.501 a 2.500 m <sup>2</sup>		3	
de 2.501 a 3.500 m <sup>2</sup>		2	
de 3.501 a 4.500 m <sup>2</sup>		1	
más de 4.500 m <sup>2</sup>		0	0
<b>Resistencia al fuego</b>			
Resistente al fuego (hormigón)		10	
No combustible		5	5
Combustible		0	
<b>Falsos techos</b>			
Sin falsos techos		5	0
Con falso techo incombustible		3	
Con falso techo combustible		0	
<b>FACTORES DE SITUACIÓN</b>			
<b>Distancia de los bomberos</b>			
Menor de 5 km	5 minutos	10	
entre 5 y 10 km.	5 y 10 minutos	8	8
Entre 10 y 15 km.	10 y 15 minutos	6	
entre 15 y 25 km.	15 y 25 minutos	2	
Más de 25 km.	más de 25 minutos	0	
<b>Accesibilidad edificio</b>			
Buena		5	5
Media		3	
Mala		1	
Muy mala		0	
<b>PROCESOS</b>			
<b>Peligro de activación</b>			
Bajo		10	
Medio		5	5

Alto		0	
<b>Carga térmica</b>			
Baja( $Q < 100$ Mcal/m <sup>2</sup> )		10	
Media( $100 < Q < 200$ Mcal/m <sup>2</sup> )		5	5
Alta( $Q > 200$ Mcal/m <sup>2</sup> )		0	
<b>Combustibilidad</b>			
Baja (M.0 y M.1)		5	5
Media(M.2 y M.3)		3	
Alta(M.4 y M.5)		0	
<b>Orden y limpieza</b>			
Bajo		0	
Medio		5	5
Alto		10	
<b>Almacenamiento en altura</b>			
Menor de 2 m		3	3
Entre 2 y 4 m		2	
Más de 4 m		0	
<b>FACTOR DE CONCENTRACIÓN</b>			
<b>Factor de concentración</b>			
Menor de 800 USD/m <sup>2</sup>		3	
Entre 800 y 2.000 USD/m <sup>2</sup>		2	
Más de 2.000 USD/m <sup>2</sup>		0	0
<b>PROPAGABILIDAD</b>			
<b>Propagabilidad vertical</b>			
Baja		5	
Media		3	3
Alta		0	
<b>Propagabilidad horizontal</b>			
Baja		5	
Media		3	3
Alta		0	
<b>DESTRUCTIBILIDAD</b>			
<b>Destrucción por calor</b>			
Baja		10	
Media		5	5
Alta		0	
<b>Destrucción por humo</b>			
Baja		10	

Media		5	5
Alta		0	
<b>Destructibilidad por corrosión</b>			
Baja		10	
Media		5	5
Alta		0	
<b>Destructibilidad por agua</b>			
Baja		10	
Media		5	5
Alta		0	
<b>SUBTOTAL (X): .....</b>			<b>69</b>

Tabla 10: Factores Y

	<b>Sin vigilancia</b>	<b>Con vig.</b>	<b>Puntos</b>
Extintores manuales (EXT)	1	2	2
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	4
Columnas Hidrantes exteriores (CHE)	2	4	2
Detectores automáticos de incendio (DET)	0	4	0
Rociadores automáticos (ROC)	5	8	5
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	2
<b>SUBTOTAL (Y): .....</b>			<b>15</b>

**Conclusión de la evaluación Meseri**

$$P = 5X / 129 + 5Y / 26 + B$$

$$P = 5(69)/129 + 5(15) / 26 + B$$

$$P = 345 / 129 + 75 / 26 + 0$$

$$P = 2,7 + 2,9 + 0$$

$$P = 5,6 //$$

$$P = \text{Riesgo Medio} //$$

Para la interpretación de este valor, la tabla de evaluación cualitativa es la siguiente:

Tabla 11. Tabla de evaluación Messeri

<b>Valor de P</b>	<b>Categoría</b>
0 a 2	Riesgo muy grave
2,1 a 4	Riesgo grave
4,1 a 6	Riesgo medio
6,1 a 8	Riesgo leve
8,1 a 10	Riesgo muy leve

## INTERPRETACIÓN

Un determinado caso de posible incendio podrá presentar factores que facilitan su inicio, a la vez que limitan su propagación, mientras que por el contrario otro caso puede presentar factores que no facilitan su inicio pero si su propagación. No podemos presuponer que la sinergia entre las medidas de prevención a tomar en relación a los diferentes objetivos perseguidos sea siempre positiva, ya que puede ocurrir que sean indiferentes y en determinados casos incluso que fuesen negativas. De acuerdo a la calificación obtenida en la evaluación del riesgo P en las instalaciones del Hospital General Puyo, mediante la aplicación del Método Simplificado de Evaluación de Riesgo de Incendio MESERI, se deriva la siguiente estimación de daños. Las áreas de mayor riesgo de daños y pérdidas se consideran las áreas de laboratorio, quirófano, debido a que por la distancia a la salida principal del edificio necesitarán de mayor tiempo de evacuación por parte del personal, además de tener gran cantidad de material inflamable como son los calderos y los depósitos de GLP y Diésel, reactivos del laboratorio, papel y madera.

## PRIORIZACIÓN DE LAS ÁREAS

Según la valoración obtenida en el Método Simplificado de Evaluación de Riesgo de Incendio MESERI, se establece la siguiente prioridad de las áreas:

Tabla 12. Priorización de áreas

<b>PRIORIZACIÓN DE ÁREAS</b>	
<b>ÁREA</b>	<b>PRIORIDAD</b>
Calderos	Primera
GLP y Diésel	Segunda
Quirófanos	Tercera

## DETALLE DE LOS RECURSOS QUE CUENTA LA INSTITUCIÓN

Tabla 13. Recursos del HGP

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DETALLE</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Detectores de humo	88	Autónomos con vigilancia humana	En cada oficina y pasillos
Lámparas de emergencia	122	Autónomos con vigilancia humana	En los pasillos

Extintores contra incendios	56	Autónomos con vigilancia humana	En los pasillos y cocina
Botiquines	1	Autónomos con vigilancia humana	No existen
Señalética	56	Autónomos con vigilancia humana	En los pasillos

## Mantenimiento

### Procedimiento de mantenimiento

Tabla 14: Procedimiento para el mantenimiento

<b>Mantenimiento de equipos de protección contra incendios</b>					
<b>Objeto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Acción</b>	<b>Responsable</b>	<b>Periodicidad</b>	<b>Instrumento</b>
Detectores de humo	88	Chequeo de funcionamiento	Encargado del departamento de mantenimiento	Mensual	Lista de verificación de equipos
Lámparas de emergencia	122	Chequeo de funcionamiento	Punto Focal y Equipo de Pronta Respuesta	Quincenal	Lista de verificación de equipos
Extintores contra incendios	56	Chequeo de estado de mangueras, cornetas, cilindros, sellos de seguridad, carga.	Punto Focal y Equipo de Pronta Respuesta	Mensual	Lista de verificación de equipos
Botiquines	1	Chequeo de los implementos del botiquín	Punto Focal y Equipo de Pronta Respuesta	Trimestral	Lista de verificación de equipos
Señalética de emergencia y de elementos de combate contra incendios	Todo el edificio	Chequeo sobre el estado de toda la señalética, acorde a la Norma INEN 439	Punto Focal y Equipo de Pronta Respuesta	Trimestral	Reporte de verificación trimestral
Conexiones eléctricas	Revisión de cables sueltos, empates, instalaciones nuevas		Mantenimiento interno	Mensual	
Equipos eléctricos	Revisión de conexiones e instalaciones eléctricas de todos los equipos, medición de voltaje e instalaciones eléctricas		Mantenimiento externo	Trimestral	Listas de verificación, bitácoras de mantenimiento de equipos

## **PROTOCOLOS DE ALARMA Y COMUNICACIONES PARA EMERGENCIAS**

### **DETECCIÓN DE LA EMERGENCIA**

#### **TIPO DE DETECCIÓN**

En las oficinas de la Hospital General Puyo, para la detección de una emergencia se cuenta con los siguientes tipos:

**HUMANA;** Cualquier colaborador que observe o presencie un evento adverso como el caso de un incendio o cualquier otro tipo de emergencia, dará la voz de alarma a todo el personal.

**BOTONES DE PÁNICO;** que se encuentran ubicados en todos los pasillos del Hospital

#### **FORMA PARA APLICAR LA ALARMA**

##### **Procedimientos**

Para aplicar la alarma de manera efectiva se utilizará los siguientes medios dependiendo del área en la que se encuentre el personal:

- Voz
- Teléfono (convencional y celular)
- Accionar los botones de pánico.

##### **Estación de Control**

Para la activación del sistema de Seguridad Contra Incendios es importante establecer la Estación de Control y Comunicación de teléfono, la misma que se establecerá en la recepción de cada oficina, o la oficina del Punto Focal, siendo responsabilidad de la persona a cargo de esta área la activación de la voz de alarma y llamadas a los servicios externos de socorro tales como Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, Policía, etc.

## **CONCLUSIONES**

### **Grados de emergencia**

#### **Emergencia en grado inicial o Conato (Grado I)**

Para el tipo de emergencia Grado I se lo controlará mediante la activación del sistema interno de Seguridad contra Incendios o eventos adversos, para lo cual actuarán netamente las brigadas de Contra Incendios, Evacuación, Búsqueda y Rescate y Primeros Auxilios de las instalaciones de la Hospital General Puyo. Emergencia que puede ser controlada por el personal que trabaja en el lugar donde se presenta el evento, Sin requerir ningún tipo de apoyo.

#### **Emergencia sectorial o Parcial (Grado II)**

Para el caso de una emergencia sectorial o parcial de Grado II se trabajará conjuntamente entre las Brigadas de personal especializado de las oficinas de la Hospital General Puyo, y los servicios de apoyo externo tales como Cuerpo de Bomberos del Puyo, y personal de la Secretaría de Gestión del Riesgo, personal de los hospitales y subcentros de salud más cercanos para atender víctimas y la Policía Nacional para asegurar las instalaciones y evitar que se produzcan saqueos.

#### **Emergencia General (Grado III)**

En caso de presentarse una emergencia de Grado III o general, TODO el personal de las oficinas de la Hospital General Puyo, incluyendo los beneficiarios y público en general, deberá evacuar hacia el punto de reunión externo, y actuar según lo desarrollado en los simulacros de emergencia, solo los Servicios de Apoyo Externos actuarán para controlar la emergencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- A, C. O. (2002). *Conceptos y defniciones de revelancia en la gestión del riesgo*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD - VCD . CRID.
- A, L. (2003). La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. En L. A.. CEPREDENAC - PNUD - VCD - CRID.
- F, Y. (1996). Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo sísmico aplicando técnicas de simulación. Barcelona, Cataluña, España.
- IPCC. (2013). *Intergovernmental Panel of Climate Change*. Obtenido de [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- Kanamori H, McNally K. (1982). Ecuador.
- Kervin Chunga, Carlos Martillo, Alexander Soloviev, Alessandro Michetti. (2011). APLICACIÓN DEL MÉTODO DE ZONACIÓN MORFO-ESTRUCTURAL PARA IDENTIFICAR NUDOS.
- Makiber. (2012). Proyecto Nuevo Hospital Modular en Puyo. Puyo, Pastaza, Ecuador.
- Navas, L., Caiza, P. and Toulkeridis, T., 2018: An evaluated comparison between the molecule and steel framing construction systems – Implications for the seismic vulnerable Ecuador. *Malaysian Journal of construction*, in press
- O., C. (1999). Vulnerabilidad sísmica de hospitales. Fundamentos para Ingenieros y Arquitectos. *Monografía de Ingeniería sísmica*. Colombia.
- OPS. OMS. (2008). Serie Hospitales seguros frente a desastres. No.1. Amenazas. En O. OPS, *Serie Hospitales seguros frente a desastres. No.1. Amenazas* (págs. pp. 32 - 34). Washigton DC.
- OPS. OMS. (21 de 02 de 2014). *Curso planeamiento hospitalario para desastres*. Obtenido de <http://www.disaster-info.net/planeamiento/files/index.htm>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2011). *Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*.
- Programa educativo para emergencias. Compendio General sobre desastres. (22 de 05 de 2006). Guatemala.
- Programa nacional de capacitación en gestión del riesgo. (s.f.). Nicaragua.
- Romero, G. C. (2005). Factores de riesgo. *Estrucplan*.
- Safina, S. (2002). Vulnerabilidad Sísmica. 2002. Cataluña, Barcelona, España.
- Salud, O. P. (2008). Guía del Evaluador de Hospitales Seguros. En O. P. Salud, *Guía del Evaluador de Hospitales Seguros* (pág. 11).
- SINAPRED. (s.f.). Gestión del Riesgo para comites territoriales de prevención, mitigación y atención de desastres. Managua, Guatemala.
- Terminología ONU/EIRD*. (2011). Obtenido de [www.eird.org/wikiesp/index.php/Terminología](http://www.eird.org/wikiesp/index.php/Terminología)
- Tibaldi y León. (2003).
- Toulkeridis T., 2013: Volcanes activos Ecuador. Santa Rita, Quito, Ecuador: 152pp
- Toulkeridis, T., 2011: Volcanic Galápagos Volcánico. Ediecuatorial, Quito, Ecuador: 364 pp
- Toulkeridis, T., Chunga, K., Rentería, W., Rodríguez, F., Mato, F., Nikolaou, S., Cruz D'Howitt, M., Besenzon, D., Ruiz, H., Parra, H. and Vera-Grunauer, X., 2017: The 7.8  $M_w$  Earthquake and Tsunami of the 16<sup>th</sup> April 2016 in Ecuador - Seismic evaluation, geological field survey and economic implications. *Science of tsunami hazards*, 36: 197-242.
- Verdaguer C, Cardenas V. (2010). Modelos de desarroll urbano y densidades edificatorias. España. [www.monografias.com](http://www.monografias.com). (2010).