

Es casi una regla que los servicios hospitalarios se interrumpan temporal o permanentemente, sobre todo por daños en su infraestructura, cuando se ven afectados por fenómenos naturales de gran magnitud. La pérdida de funcionamiento de estas instalaciones es no solo una pérdida de inversión sino, lo más importante, constituye un gran impacto negativo para el bienestar y el desarrollo social y económico de la población y del país.

En los últimos años varios países miembros de la OPS/OMS han logrado reducir la vulnerabilidad de algunos de sus hospitales, que resistieron con éxito el efecto de los desastres. Ello ha demostrado que, incluso los países con limitados recursos económicos, tienen la capacidad de proporcionar a su población establecimientos de salud resistentes a las amenazas naturales.

Esta publicación, realizada con el concurso del Centro Colaborador de la OPS/OMS en Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud de la Universidad de Chile, propone tres niveles de protección frente a eventos adversos: protección de la vida, protección de la infraestructura y protección de la operación.

La OPS/OMS recomienda que las áreas esenciales de los hospitales sean construidas con el tercer nivel de protección y que el conjunto de todo nuevo establecimiento de salud sea construido, por lo menos, con el primer nivel de protección.

La experiencia internacional muestra que con esta filosofía el costo de la construcción de un hospital nuevo no se incrementa en más del 4 por ciento para alcanzar el tercer nivel de protección. Este es el máximo costo que las autoridades, los diseñadores y ejecutores de proyectos y los agentes financieros deben tomar en cuenta frente al potencial impacto social, político y económico que implica la paralización o pérdida total del servicio, justo cuando más se necesita. Sin embargo, si se introducen enfoques innovadores desde la etapa de diseño y selección de la ubicación de un nuevo establecimiento, es posible que sean más seguros y eficientes sin incrementar los costos.

Este libro ayudará a formular los proyectos con esa nueva visión. Está dirigido a administradores, profesionales y asesores técnicos del área de la salud que tienen a su cargo la gestión, el diseño, la construcción y la inspección de proyectos de establecimientos de salud.

Este documento puede ser consultado en Internet en la dirección:

[www.paho.org/desastres](http://www.paho.org/desastres)



Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud

# Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud



# Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud

Elaborado por Rubén Boroschek Krauskopf y  
Rodrigo Retamales Saavedra



Centro Colaborador OPS/OMS de  
Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud  
Universidad de Chile



**Organización  
Panamericana  
de la Salud**

Oficina Regional de la  
Organización Mundial de la Salud

Área de Preparativos  
para Situaciones de Emergencia  
y Socorro en Casos de Desastre



Organización  
Mundial  
de la Salud



**Grupo del Banco Mundial**



**PROVENTION  
CONSORTIUM**

## **Biblioteca Sede OPS - Catalogación en la fuente**

Organización Panamericana de la Salud

Boroschek Krauskopf, Rubén

Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud

Washington, D.C.: OPS/Banco Mundial, © 2004., 106p.

ISBN 92 75 32500 6

I. Título II. Retamales Saavedra, Rodrigo

1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

2. PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

3. INFRAESTRUCTURA SANITARIA

4. DESASTRES NATURALES

5. PLANIFICACIÓN EN DESASTRES

NLM WX140

### **© Organización Panamericana de la Salud, 2004**

Una publicación del Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre, de la Organización Panamericana de la Salud en colaboración con la Organización Mundial de la Salud y el Banco Mundial.

Las opiniones expresadas, recomendaciones formuladas y denominaciones empleadas en esta publicación no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la Organización Panamericana de la Salud.

La Organización Panamericana de la Salud dará consideración favorable a las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, total o parcialmente, esta publicación, siempre que no sea con fines de lucro. Las solicitudes pueden dirigirse al Área de Preparativos para Situaciones de Emergencia y Socorro en Casos de Desastre de la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud, 525 Twenty-third Street, N.W., Washington, D.C. 20037, EUA.

La realización de esta publicación ha sido posible gracias al apoyo financiero del Banco Mundial, además de la División de Ayuda Humanitaria Internacional de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (IHA/CIDA), la Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (OFDA/AID) y el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID).

En la elaboración y revisión técnica de este libro han participado un gran número de profesionales y expertos en el área de mitigación de desastres. Fue revisado y validado en la Reunión Internacional *Hospitales en Desastres: Actuar con Precaución*, celebrada en El Salvador, en julio del 2003. La nueva versión producida fue igualmente sometida al criterio técnico del Grupo Asesor en Mitigación de Desastres (GAMID), conformado por la OPS/OMS.

Con el riesgo de omitir –involuntariamente– alguno de los revisores, deseamos agradecer la contribución de las siguientes personas: Tony Gibbs, Felipe Cruz, Pablo Aguilar, Roy Barboza, Micaela Baroni, Víctor Rojas, Patricia Gómez, Dana Van Alphen, Jean Luc Poncelet, Hernán Rosenberg. La edición final estuvo a cargo de Martha Rodríguez y Ricardo Pérez.

Fotos: OPS/OMS

Pág. 54 fotografía de maqueta, cedida por la Arq. Micaela Baroni

# Índice

Prefacio .....	7
Introducción .....	9
<b>Capítulo 1: Los fenómenos naturales y la infraestructura de salud .....</b>	<b>13</b>
1. Introducción .....	13
2. Aspectos económicos .....	19
3. Mitigación de la vulnerabilidad frente a desastres en establecimientos de salud .....	20
<b>Capítulo 2: Definición del nivel de seguridad .....</b>	<b>23</b>
1. Introducción .....	23
2. Listado básico de los servicios .....	26
3. Clasificación de los servicios médicos y de apoyo .....	27
4. Definición de los niveles de protección requeridos en los servicios .....	27
5. Definición y caracterización de los objetivos de protección de los componentes de la infraestructura .....	29
6. Formulación de los objetivos de protección de los servicios .....	30
7. Nivel de detalle del proyecto .....	30
Referencias bibliográficas .....	32
Anexo 2.1 Formulario: Objetivo de seguridad del establecimiento .....	33
Anexo 2.2 Formulario: Objetivos de desempeño de los servicios y sistemas de apoyo .....	34
<b>Capítulo 3: Criterios generales para la selección de un sitio seguro .....</b>	<b>37</b>
1. Introducción .....	37

2. Proceso de la selección de alternativas de ubicación .....	38
Variables de la selección del sitio .....	38
Procedimiento para la selección del sitio .....	40
Etapa 1. Recolección de los antecedentes .....	40
Etapa 2. Evaluación de las alternativas .....	41
Etapa 3. Selección del sitio .....	45
3. Evaluación de la seguridad del sitio .....	46
Referencias bibliográficas .....	46
Anexo 3.1 Resumen de algunos estudios requeridos para la caracterización de las amenazas .....	47
Anexo 3.2 Resumen de las alternativas para la protección global de la estructura .....	51
Anexo 3.3 Formulario: Selección del sitio .....	52
<b>Capítulo 4: Diseño y construcción del proyecto .....</b>	<b>55</b>
1. Introducción .....	55
2. Etapas del diseño y construcción del establecimiento. ....	56
Etapa 1. Desarrollo de un programa médico arquitectónico (PMA). ....	56
Etapa 2. Selección del grupo que desarrollará el anteproyecto. ....	56
Etapa 3. Desarrollo del anteproyecto. ....	57
Etapa 4. Selección del grupo de diseño .....	58
Etapa 5. Desarrollo del diseño .....	58
Etapa 6. Selección del grupo de construcción .....	63
Etapa 7. Desarrollo de la construcción .....	64
Referencias bibliográficas .....	64
Anexo 4.1 Evaluación de la seguridad de los componentes no estructurales .....	66
Anexo 4.2 Normas, códigos y referencias para el diseño y análisis para la protección de los componentes estructurales y no estructurales .....	71



<b>Capítulo 5: Evaluación de los equipos de trabajo</b> .....	<b>75</b>
1. Requerimientos profesionales .....	<b>75</b>
2. Especialistas requeridos para la fase de preinversión, estudios de amenazas y selección del sitio. ....	<b>76</b>
3. Especialistas requeridos para el anteproyecto, diseño, construcción e inspección del proyecto. ....	<b>77</b>
4. Criterios para la selección de los equipos profesionales y las empresas consultoras ..	<b>78</b>
Referencias bibliográficas .....	<b>79</b>
Anexo 5.1 Resumen de los requerimientos para profesionales y empresas consultoras .....	<b>80</b>
<b>Capítulo 6: Procedimientos para asegurar la calidad del proyecto</b> .....	<b>83</b>
1. Introducción .....	<b>83</b>
2. Principios básicos que deben regir los procesos de revisión e inspección del proyecto .....	<b>84</b>
3. Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapas de estudio, selección del sitio y diseño del proyecto .....	<b>85</b>
4. Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapa de construcción .....	<b>86</b>
Referencias bibliográficas .....	<b>88</b>
Anexo 6.1 Resumen del Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapas de estudios y diseño .....	<b>91</b>
Anexo 6.2 Resumen del Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto: etapa de construcción .....	<b>93</b>
Anexo 6.3 Algunas características de los reportes de inspección de la construcción ...	<b>97</b>
<b>Apéndice: Términos de referencia para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud</b> .....	<b>99</b>
<b>Glosario: Definición de conceptos básicos.</b> .....	<b>105</b>



# Prefacio

El funcionamiento de los hospitales representa hasta dos tercios del gasto público total del sector salud en América Latina y El Caribe. Los hospitales son, por tanto, una inversión de gran importancia social y varios de ellos han sido construidos con financiamiento proveniente de préstamos internacionales.

Es casi una regla que los servicios hospitalarios se interrumpan temporal o permanentemente, sobre todo por daños en su infraestructura, cuando se ven afectados por fenómenos naturales de gran magnitud. La pérdida de funcionamiento de estas instalaciones es no solo una pérdida de inversión sino, lo más importante, constituye un gran impacto negativo para el bienestar y el desarrollo social y económico de la población y del país.

En los últimos años, varios países miembros de la OPS/OMS han logrado reducir la vulnerabilidad de algunos de sus hospitales, que resistieron con éxito los efectos de desastres posteriores. Ello ha demostrado que, incluso los países con limitados recursos económicos, tienen la capacidad para proporcionar a su población hospitales y centros de salud resistentes a terremotos, huracanes y otras amenazas naturales. Para ello es necesario un cambio de estrategia que garantice que las nuevas instalaciones y las remodelaciones o ampliaciones sean más seguras frente a desastres naturales.

Esta publicación, realizada con el concurso del Centro Colaborador de la OPS/OMS en Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud de la Universidad de Chile, propone tres niveles de protección frente a eventos adversos:

- a) Protección de la vida, que implica garantizar que el edificio no colapse y que las lesiones que puedan ocurrir no pongan en peligro la vida de los pacientes ni del personal de salud.
- b) Protección de la infraestructura, que significa reducir considerablemente los daños estructurales y no estructurales, aunque el establecimiento podría estar temporalmente fuera de servicio.



- c) Protección de la operación, o garantía de que el establecimiento siga funcionando sin o con un mínimo de alteración de los servicios a la población.

La OPS/OMS recomienda que las áreas esenciales de los hospitales sean construidas con el tercer nivel de protección y que el conjunto de todo nuevo establecimiento de salud sea construido, por lo menos, con el primer nivel de protección (a la vida).

Además la experiencia internacional muestra que con esta filosofía el costo de la construcción de un hospital nuevo no se incrementa en más del 4 por ciento para alcanzar el tercer nivel de protección. Este es el máximo costo que las autoridades, los diseñadores y ejecutores de proyectos y los agentes financieros deben tomar en cuenta frente al potencial impacto social, político y económico que implica la paralización o pérdida total del servicio, justo cuando más se necesita. Sin embargo, si se introducen enfoques innovadores desde la etapa de diseño y selección de la ubicación de un nuevo establecimiento, es posible que sean más seguros y eficientes sin incrementar los costos.

Esta publicación ayudará a formular los proyectos con esa nueva visión. Está dirigida a administradores, profesionales y asesores técnicos del área de la salud que tienen a su cargo la gestión, el diseño, la construcción y la inspección de proyectos de establecimientos de salud.



Mirta Roses  
Directora  
Organización Panamericana  
de la Salud, OPS/OMS

# Introducción

Habitualmente los planes de protección o de mitigación de instalaciones de salud frente a desastres prevén la seguridad de las personas y no tanto de las instalaciones o de la operatividad de los servicios. Pero la experiencia reciente ha mostrado que es posible seguir procedimientos para disponer de nuevos establecimientos de salud capaces no solo de garantizar el objetivo de seguridad de las personas, como ha sido tradicional hasta el momento, sino de garantizar los objetivos de seguridad de la infraestructura y de la operación.

De esta manera, dependiendo de las características de la red de servicios de salud y de los recursos económicos disponibles, es posible establecer estratégicamente establecimientos con una alta seguridad en su operación e infraestructura y establecimientos con una alta protección en su infraestructura, que si bien no se espera que funcionen inmediatamente después de una emergencia, pueden ser recuperados en plazos razonables y con costos controlados. Pero, si los recursos son limitados o las condiciones naturales o técnicas no lo permiten, la prioridad es siempre, garantizar la seguridad de las personas.

Para alcanzar los distintos objetivos de protección es necesario establecer nuevos criterios de desarrollo y de aseguramiento de la calidad, desde el inicio hasta final del proyecto de construcción de nuevas instalaciones de salud. De acuerdo con la experiencia, el costo económico de aplicar estos objetivos es menor al 4% del costo total de la obra y en algunos casos es prácticamente cero, ya que solo ha implicado la selección de una ubicación distinta o el cambio de una filosofía de diseño. En todo caso este valor resulta marginal si se compara con los costos económicos de recuperar una estructura dañada por la acción de un fenómeno natural y con las consecuencias sociales, políticas y económicas que genera la pérdida de un establecimiento de salud.

Las etapas típicas de desarrollo de proyectos para la construcción de nuevos establecimientos de salud, en las que se debe realizar estos cambios, son las siguientes:

## Fase 1: Preinversión:

**Etapas I. Identificación de la necesidad de un nuevo establecimiento de salud.** Esta etapa considera variables como las características de la red asistencial existente y sus políticas de desarrollo, las tasas de utilización de los servicios existentes y la demanda esperada, perfiles epidemiológicos y de desarrollo demográfico, políticas de salud y características geográficas. Directamente asociada a esta etapa está la generación del financiamiento para el desarrollo del nuevo establecimiento.

**Etapas II. Estudio de alternativas para satisfacer la necesidad.** En esta etapa se identifican, estudian y comparan las distintas alternativas. La ubicación definitiva del establecimiento es una variable esencial en este proceso.

**Etapas III. Programa médico-arquitectónico y anteproyectos.** En esta etapa se definen los servicios y espacios deseados y se desarrollan anteproyectos en los que se establecen las relaciones funcionales y las características básicas de la nueva infraestructura.

## Fase 2: Inversión:

**Etapas IV. Diseño del proyecto.** En esta etapa se desarrollan los planos, especificaciones técnicas, presupuesto y documentos de licitación que permiten la construcción de la instalación.

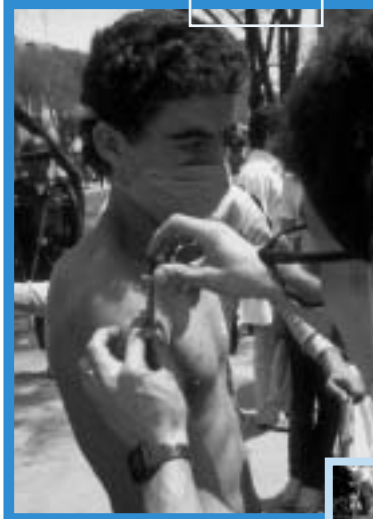
**Etapas V. Construcción.** En esta etapa se materializa la nueva infraestructura.

## Fase 3: Operación:

**Etapas VI. Operación y mantenimiento.** Si bien esta etapa no es parte del desarrollo de la nueva infraestructura, es indispensable que en las etapas previas se establezca la forma cómo operará y se preservará la función del establecimiento.

El objetivo fundamental de este documento es servir de guía a los administradores y profesionales del área de la salud que tienen por misión la gestión, diseño, construcción e inspección de proyectos de nuevos hospitales, laboratorios y bancos de sangre. Describe las características de las etapas de desarrollo en la construcción de nuevas instalaciones de salud y se presentan los procedimientos de selección de los objetivos de protección, de evaluación de las alternativas de ubicación, de diseño, de construcción y de selección de los grupos profesionales. Si bien este documento no es un código de diseño o construcción, se presentan los conceptos fundamentales y se indican documentos específicos donde encontrar las recomendaciones técnicas apropiadas para alcanzar los objetivos deseados.

Para la elaboración del presente documento se han considerado amenazas naturales como sismos, huracanes y ráfagas de viento, deslizamientos de masas de suelo, inundaciones y volcanismo, excluyendo otros fenómenos como sequías, incendios y amenazas de origen humano. Es importante reconocer que los distintos fenómenos naturales plantean diferentes necesidades para el desarrollo de un proyecto. En casos como inundación y volcanismo habitualmente la única opción técnica y económica es la selección de un sitio que ofrezca el nivel de seguridad deseado. En algunos casos de deslizamientos o inundación es posible modificar variables que afecten al fenómeno, como la arborización y construcción de cauces y barreras. En situaciones de sismos y vientos huracanados es necesario, además de seleccionar correctamente la ubicación, diseñar apropiadamente la infraestructura. Para el caso específico del sismo, es necesario dar seguridad a toda la infraestructura, tanto interna como externa. Con el viento esta protección se concentra principalmente en las zonas externas expuestas. En situaciones extremas, la única solución es distribuir el riesgo, creando un grupo de establecimientos separados espacialmente en la zona, para que cumplan la función asistencial deseada en forma conjunta. Al estar ubicados en distintos sectores, tendrán mejores posibilidades de ser protegidos, y en caso de ser afectados, el daño funcional no será total. Reconocer estas diferencias y alternativas permitirá realizar un procedimiento adecuado y económico del manejo del peligro.





# Capítulo I

## Los fenómenos naturales y la infraestructura de salud

### 1. Introducción

Los fenómenos naturales severos ocurridos en el mundo en los últimos 20 años, han afectado a por lo menos 800 millones de personas. Han provocado miles de muertes y ocasionado pérdidas superiores a los 50.000 millones de dólares<sup>1</sup>. La creciente densidad demográfica de algunas regiones del planeta, y la resultante urbanización de áreas hasta ahora no utilizadas debido a su alta peligrosidad, amenazan con agravar la situación. En América Latina y el Caribe numerosos establecimientos de salud resultaron gravemente afectados por la acción de diversos fenómenos naturales. Terremotos, inundaciones, deslizamientos, huracanes, entre otros, causaron no solo serios daños a la infraestructura, sino también pérdida de vidas humanas y la interrupción de la operación de las instalaciones de salud cuya función resulta imprescindible, más aún en situaciones críticas.

Los cuadros 1.1 a 1.3 muestran algunos efectos de fenómenos naturales en América Latina y el Caribe, adversos en la infraestructura de salud.

Los fenómenos naturales severos afectan la operación de los sistemas de salud de dos maneras:<sup>2</sup>

- Directamente:
  - produciendo daños en las instalaciones de los servicios de salud;
  - produciendo daños en la infraestructura de la región, generando la interrupción de los servicios básicos indispensables para las instalaciones de salud y destruyendo las vías de comunicación.
- Indirectamente:
  - causando un número inesperado de muertes, lesiones o enfermedades en la comunidad afectada, excediendo la capacidad de atención terapéutica de la red asistencial;

1 Noji, E., *Impacto de los Desastres en la Salud Pública*, Organización Panamericana de la Salud, 2000.

2 Adaptado de Noji, E., *Impacto de los Desastres en la Salud Pública*, Organización Panamericana de la Salud, 2000.

- generando migraciones espontáneas u organizadas desde zonas afectadas hacia áreas donde los sistemas de salud pueden no contar con la capacidad suficiente para asistir a la nueva población;
- aumentando el riesgo potencial de transmisión de enfermedades contagiosas y aumentando el riesgo de enfermedades psicológicas en la población afectada;
- provocando desabastecimiento de alimentos, con la consecuente desnutrición de la población y pérdida de la resistencia inmunológica a diversas enfermedades.

**Cuadro 1.1 - Efectos de los huracanes en los sistemas de salud**

Identificación evento	Fecha	Característica del fenómeno	Efectos generales
Jamaica, Huracán Gilbert	1988	Categoría 5	24 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos. 5085 camas quedaron fuera de servicio.
Costa Rica y Nicaragua, Huracán Joan	1988	Categoría 4	4 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos.
República Dominicana, Huracán Georges	1998	Categoría 3	87 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos.
Saint Kitts y Nevis, Huracán Georges	1998	Categoría 3	El hospital Joseph N. France de Saint Kitts sufrió graves daños. 170 camas quedaron fuera de servicio.
Honduras, Huracán Mitch	1998	Categoría 5	78 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos. La red institucional de salud de Honduras resultó severamente dañada, quedando fuera de servicio en el momento en que más de 100.000 personas necesitaban atención médica.
Nicaragua, Huracán Mitch	1998	Categoría 5	108 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos.

Fuente: Elaboración propia a partir de *Los Desastres Naturales y la Protección de la Salud*, Publicación Científica N°575, Organización Panamericana de la Salud, 2000.  
*La Salud en las Américas*, Edición 2002, Volumen I, Organización Panamericana de la Salud, 2002.

Cuadro 1.2 - Efectos de las inundaciones en los sistemas de salud

Identificación evento	Fecha	Característica del fenómeno	Efectos generales
Región del Pacífico y región Andina de América del Sur	1997-1998	Inundaciones asociadas al Fenómeno de El Niño	Las inundaciones demandaron al sistema de salud asistencia médica por infecciones respiratorias agudas, enfermedades diarreicas agudas, enfermedades transmitidas por vectores (paludismo, dengue clásico, dengue hemorrágico, fiebre amarilla, encefalitis, enfermedad de chagas, etc.), enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos (cólera, salmonelosis, fiebre tifoidea, hepatitis viral, poliparasitismo intestinal, etc.) y enfermedades a la piel (escabiosis, infecciones bacterianas y micóticas, etc.).
Ecuador	1997-1998	Inundaciones por Fenómeno de El Niño	34 hospitales, 13 centros de salud y 45 sub-centros de salud se afectaron, ya sea en infraestructura física, instalaciones y equipos. El hospital de Chone, que aún no estaba inaugurado al momento de la inundación, sufrió grandes pérdidas en equipos médicos, mobiliario, insumos y medicamentos.
Perú	1997-1998	Inundaciones por Fenómeno de El Niño	15 hospitales, 192 centros de salud y 348 puestos de salud se afectaron en el país.
Bolivia	2002	Granizada y lluvias intensas	57 fallecidos. Colapso funcional del Policonsultorio de la Caja Nacional de Salud por derrumbe.
Argentina	2003	Inundaciones por desborde de ríos	Afectó significativamente el Hospital de Niños Dr. Alassia y el Hospital de Rehabilitación Vera Candiotti así como 14 centros de salud, de los 49 en total que prestan servicios en la Zona de salud V de Argentina.

Fuente: Elaboración propia a partir de:

*Crónicas de Desastres N° 8: Fenómeno de El Niño 1997-1998*, Organización Panamericana de la Salud, 2000.

*La Salud en las Américas*, Edición 2002, Volumen I, Organización Panamericana de la Salud, 2002.

*Las Lecciones de El Niño, Ecuador*, Corporación Andina de Fomento, 2000.

*Las Lecciones de El Niño, Perú*, Corporación Andina de Fomento, 2000.

Website OPS/OMS – Bolivia. [www.ops.org.bo](http://www.ops.org.bo), 2, febrero, 2004.

*Evaluación del impacto de las inundaciones y el desbordamiento del río Salado en la provincia de Santa Fe, República de Argentina en 2003*, Informe CEPAL, LC/BUEL/L.185, Junio del 2003.

**Cuadro 1.3 - Efectos de los terremotos en los sistemas de salud**

Identificación evento	Fecha	Magnitud	Efectos generales
San Fernando, California	1971	6.4	Tres hospitales sufrieron daños severos y no pudieron operar normalmente cuando más se les necesitaba. Aún más, la mayoría de las víctimas se presentaron en dos de los hospitales que se derrumbaron. El hospital Olive View tuvo que ser demolido. Se reconstruyó en forma tradicional, por lo que nuevamente sufrió daños graves no estructurales en el terremoto de 1994, impidiendo su funcionamiento.
Managua, Nicaragua	1972	7.2	El Hospital General resultó severamente dañado. Fue evacuado y posteriormente demolido.
Guatemala, Guatemala	1976	7.5	Varios hospitales fueron evacuados.
Popayán, Colombia	1983	5.5	Daños e interrupción de servicios en el hospital Universitario San José.
Chile	1985	7.8	79 hospitales y centros de salud resultaron dañados o destruidos. 3.271 camas quedaron fuera de servicio.
Mendoza, Argentina	1985	6.2	Se perdió algo más del 10% del total de camas de la ciudad. De 10 instalaciones afectadas, una tuvo que ser evacuada y dos fueron posteriormente demolidas.
México, D.F., México	1985	8.1	Colapso estructural de cinco hospitales y daños mayores en otros 22. Al menos 11 instalaciones evacuadas. Pérdidas directas estimadas en US\$ 640 millones. Los hospitales más seriamente dañados fueron el Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el hospital General y el hospital Benito Juárez. Los sismos produjeron un déficit súbito de 5.829 camas; en el hospital General murieron 295 personas y en el Juárez 561, entre las que se encontraban pacientes, médicos, enfermeras, personal administrativo, visitantes y recién nacidos.
San Salvador, El Salvador	1986	5.4	2.000 camas perdidas, más de 11 instalaciones hospitalarias afectadas: 10 desalojadas y una evacuada permanentemente. Se estimaron daños por US\$ 97 millones.
Tena, Ecuador	1995	6.2	Daños no estructurales moderados en el hospital Velasco Ibarra (120 camas): agrietamiento de varias paredes, ruptura de vidrios, caída de techos, desperfecto en el sistema de ascensores y daños en algunas tuberías para conducción de oxígeno y de agua, obligando a la suspensión de sus servicios y la evacuación de las instalaciones.

Continúa  
→

Cuadro 1.3 - Efectos de los terremotos en sistemas de salud (continuación)

Identificación evento	Fecha	Magnitud	Efectos generales
Aiquile, Bolivia	1998	6.8	El hospital Carmen López resultó gravemente dañado.
Armenia, Colombia	1999	5.8	El terremoto causó daños en 61 instalaciones de salud.
El Salvador	2001	7.6	1.917 camas hospitalarias (39.1% de la capacidad del país) fuera de operación. El hospital San Rafael, severamente dañado, continuó parcialmente su función en el exterior del edificio. El hospital Rosales perdió su capacidad de atención quirúrgica. Los hospitales San Juan de Dios de San Miguel, Santa Teresa de Zacatecoluca y San Pedro de Usulután, severamente dañados, continuaron su operación solo parcialmente en los exteriores. El hospital de Oncología tuvo que ser evacuado completamente.
Perú	2001	6.9	7 hospitales, 80 centros de salud y 150 puestos de salud resultaron afectados en los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y Ayacucho

Fuente: Elaboración propia a partir de *Fundamentos para la Mitigación de Desastres Naturales en Establecimientos de Salud*, Organización Panamericana de la Salud, 2000.  
*Los Desastres Naturales y la Protección de la Salud*, Publicación Científica N°575, Organización Panamericana de la Salud, 2000.  
*La Salud en Las Américas*, Edición 2002, Volumen I, Organización Panamericana de la Salud, 2002.  
 Daños observados en los hospitales de la Red Asistencial de Salud de El Salvador, en el Terremoto del 13 de enero de 2001, Informe Preliminar, Boroschek, R. Retamales, R., 2001.  
 Direcciones Regionales de Salud de Arequipa, Moquegua, Tacna y Ayacucho. (17 de julio del 2001)



El cuadro 1.4 muestra efectos típicos de algunas amenazas naturales.

**Cuadro 1.4 - Efectos de algunas amenazas naturales**

Efecto	Terremotos	Vientos fuertes	Maremotos e inundaciones repentinas	Inundaciones progresivas	Deslizam. de tierra	Volcanes y lahares
Defunciones	Alta	Baja	Alta	Baja	Alta	Alta
Lesiones graves que requieren tratamientos complejos	Alta	Moderada	Baja	Baja	Baja	Baja
Mayor riesgo de enfermedades transmisibles	Riesgo potencial después de todo fenómeno de gran magnitud. (La probabilidad aumenta con el hacinamiento y con el deterioro de las condiciones sanitarias)					
Daños en los establecimientos de salud	Grave (estructura y equipos)	Grave	Grave pero localizado	Grave (equipo solamente)	Grave pero localizado	Grave (estructura y equipos)
Daños en sistemas de abastecimiento de agua	Grave	Leve	Grave	Leve	Grave pero localizado	Grave (estructura y equipos)
Escasez de alimentos	Infrecuente (suele producirse por factores económicos o logísticos)		Común	Común	Infrecuente	Infrecuente
Grandes movimientos de población	Infrecuentes (suelen ocurrir en zonas urbanas que han sido dañadas gravemente)		Comunes (generalmente limitados)			

Fuente: *Vigilancia Epidemiológica Sanitaria en Situaciones de Desastre, Guía para el Nivel Local*, Manuales y Guías sobre Desastres, Organización Panamericana de la Salud, 2002.

La interrupción de la operación del establecimiento de salud puede ser de corto plazo (horas o días), o largo plazo (meses y años). Todo depende de la magnitud del evento y sus efectos en el sector. La magnitud del evento no es algo que generalmente se pueda controlar; pero sus consecuencias, sí.

En el caso de un futuro establecimiento de salud, los efectos de estos fenómenos son controlables siempre que su ubicación se base en información y criterios sólidos y si el diseño, la construcción y el mantenimiento están concebidos para resistir las amenazas locales. Por ejemplo, el hospital

principal de Concepción, en el sur de Chile, no dejó de funcionar pese a estar en la zona epicentral del terremoto más grande del siglo XX, ocurrido el 21 y 22 de mayo de 1960. Los fracasos son generalmente más difundidos que los éxitos, pero el caso de Concepción dista de ser único. Otro ejemplo digno de citar es el comportamiento divergente de dos hospitales contiguos afectados por el terremoto de Northridge en 1994. El primero, el hospital USC Medical Center, diseñado con un sistema de protección sísmica llamado aislamiento de base, no sufrió daños ni el volcamiento de ningún equipo o contenido, y permaneció funcionando. El segundo, ubicado en las cercanías del anterior, había sido diseñado en forma tradicional. Sufrió daños tan severos que impidieron su funcionamiento y obligaron a su demolición.

## 2. Aspectos económicos

Son varios los informes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) que afirman categóricamente que los desastres naturales constituyen una barrera para el desarrollo económico y social de la región. Si bien los fenómenos naturales afectan indistintamente a los países desarrollados y en vías de desarrollo, sus consecuencias son muy diferentes. Como muestra de ello, se puede señalar que el 95 % de las muertes asociadas a los fenómenos naturales ocurridos en 1998, ocurrieron en países en vías de desarrollo.

En estos países, los fenómenos naturales presentan generalmente efectos devastadores sobre el nivel de vida de la población y sus posibilidades de desarrollo. En cambio, en los países desarrollados, los fenómenos naturales tienen generalmente efectos marginales sobre la actividad económica y la población<sup>3</sup>, (*cuadro 1.5*).

En el sector salud, el efecto de un fenómeno natural se ve amplificado por varias razones: primero, es uno de los segmentos con pérdidas importantes; segundo, su recuperación implica grandes desembolsos económicos, difíciles de afrontar en momentos en que el resto del país también trata de recuperarse; y tercero, por la necesidad de recuperar en forma rápida la capacidad de atención, no solo de la población directamente afectada, sino para continuar satisfaciendo la demanda normal de salud del sistema.

3 CEPAL/BID, *Un Tema del Desarrollo: La Reducción de la Vulnerabilidad Frente a los Desastres*, Documento del Seminario Enfrentando Desastres Naturales: Una Cuestión del Desarrollo, redactado por Ricardo Zapata M. y Rómulo Caballeros, 2000.

**Cuadro 1.5 - Efecto de los fenómenos naturales en la economía de los países**

Localidad	Evento	Fecha	Efecto en la economía
Managua	Terremoto	1972	Caída del 15% en el PIB y reducción del 46% en la actividad industrial y productiva de Managua.
México	Terremoto	1985	El PIB se redujo en 2.7%
Nicaragua	Huracán Joan	1988	El PIB se redujo un 2%, 17% del total en el sector agrícola.
Ecuador	Inundaciones producidas por el Fenómeno de El Niño	1997-1998	Reducción del PIB del 1.2% respecto al esperado el año 1998.
República Dominicana	Huracán Georges	1998	Reducción del PIB en 1% respecto al proyectado para ese año.
Nicaragua	Huracán Mitch	1998	1.1 puntos porcentuales menos en el crecimiento del PIB proyectado para ese año (el 4 %)
Honduras	Huracán Mitch	1998	Disminución del PIB en 7.5%.
El Salvador	Terremotos	2001	Los daños ocasionados representan el 12% del PIB del país en el año precedente

Fuente: *Un Tema del Desarrollo: La Reducción de la Vulnerabilidad Frente a los Desastres*, documento del Seminario Enfrentando Desastres Naturales: Una Cuestión del Desarrollo, CEPAL/BID  
*El Salvador: Evaluación del terremoto del martes 13 de febrero del 2001*, addendum al documento de evaluación del terremoto del 13 de enero CEPAL.

### 3. Mitigación de la vulnerabilidad frente a desastres en establecimientos de salud

En los últimos años, tras los desastres ocasionados por el huracán Mitch y los terremotos en El Salvador, algunos gobiernos, entre los que se encuentran Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Honduras y Perú, y algunas instituciones internacionales como OPS/OMS, CEPAL, Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Mundial, han comenzado a generar conciencia respecto a la necesidad de impulsar estrategias para mitigar la vulnerabilidad y el manejo del riesgo presente en los sistemas de salud de la región. Paralelamente, se ha progresado considerablemente en el campo de la educación en materia de desastres, tanto en facultades de medicina y enfermería como en escuelas de arquitectura e ingeniería.

Las lecciones aprendidas indican que la mayor parte de las pérdidas en infraestructura de salud se debieron a la ubicación en zonas vulnerables, a un diseño inadecuado o a la falta de mantenimiento de los establecimientos. En la última década, los principales esfuerzos se han dirigido a diagnosticar y reducir la vulnerabilidad de las instalaciones de salud existentes, pero recientemente ha aumentado la tendencia a invertir en nueva infraestructura, con criterios de protección de infraestructura y operación. Es así como en Chile, desde el año 1999, se requiere que un grupo de especialistas en vulnerabilidad hospitalaria sea parte del grupo consultor de proyectos, para velar por la incorporación de criterios de protección en el diseño y construcción de la nueva infraestructura.

La Organización Panamericana de la Salud, a través de su iniciativa “La Salud Pública en las Américas”, define un conjunto de Funciones Esenciales de Salud Pública (FESP) dirigidas a las autoridades sanitarias de la región en todos sus niveles (central, intermedio y local), en las cuales se establecen las bases para evaluar la situación actual, mejorar la práctica de la salud pública y fortalecer el liderazgo de la autoridad sanitaria. Entre las funciones esenciales acordadas en junio del 2000, durante la 126ª sesión del comité ejecutivo de la OPS, se encuentra la función de “Reducción del Impacto de Emergencias y Desastres en Salud”, las que se conseguirían por medio de las siguientes acciones<sup>4</sup>:

- Desarrollando políticas, planificación y acciones de prevención, mitigación, preparación, respuesta y rehabilitación temprana, para reducir el impacto de los desastres sobre la salud pública.
- Dando un enfoque integral en relación a las causas y consecuencias de todas y cada una de las emergencias o desastres posibles en la realidad del país.
- Fomentando la participación de todo el sistema de salud y la más amplia colaboración intersectorial e interinstitucional, en la reducción del impacto de emergencias o desastres.
- Impulsando la cooperación intersectorial e internacional en la solución de los problemas de salud, generados por emergencias y desastres.

4 Organización Panamericana de la Salud, *La Salud Pública en Las Américas, Nuevos Conceptos, Análisis del Desempeño y Bases para la Acción*, Publicación Científica y Técnica N° 589, 2002.





## Capítulo 2

# Definición del nivel de seguridad

### 1. Introducción

Las consecuencias de un desastre en un establecimiento de salud no solo se manifiestan en el pánico del personal y pacientes o en un daño total o parcial de su estructura, sino también en la pérdida parcial o total de la capacidad de operación del establecimiento y por lo tanto, de su capacidad de satisfacer y aliviar las necesidades de atención de salud, justo cuando mayor es la demanda de la comunidad. Adicionalmente, las restricciones técnicas y económicas habituales del sector impiden que éste se recupere rápidamente y no son extraños los casos de establecimientos de salud en que los daños se mantienen por más de 10 años de ocurrido el evento.

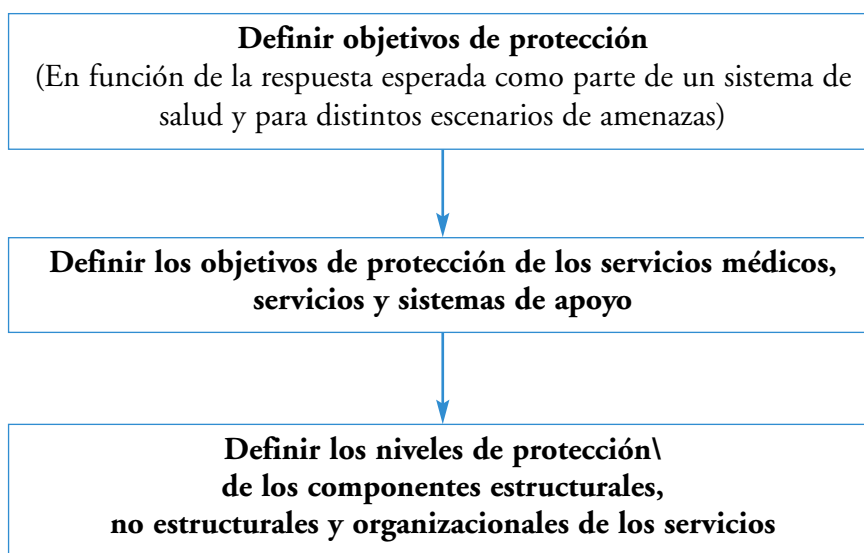
En la actualidad, los avances tecnológicos y los cambios en la filosofía de diseño y en los procedimientos de aseguramiento de la calidad de la construcción y mantenimiento de infraestructura, permiten controlar el daño y establecer distintos niveles de protección asociados a la infraestructura y a la operación. A pesar de esto, no es posible alcanzar en todas las situaciones niveles altos de protección, debido a: restricciones naturales o técnicas, como puede ser la necesidad de un centro asistencial en una isla pequeña con una gran actividad volcánica, pero con una población que requiere de estos servicios; restricciones económicas, donde se conjuga la necesidad de expandir el sistema para cumplir metas de salud, en contraposición con la necesidad de garantizar la seguridad de las instalaciones; y restricciones político-sociales, en las que el desarrollo de la infraestructura se genera y se ubica para cumplir las expectativas de la comunidad.

Reconociendo que los recursos económicos son limitados y que la situación particular de cada establecimiento puede imponer restricciones técnicas al cumplimiento de objetivos superiores de protección, se requiere un estudio detallado que permita una utilización óptima. Este procedimiento debe comenzar con una clara identificación de la red de salud, sus características operacionales, su distribución espacial, el nivel de cumplimiento de las políticas y metas, el perfil epidemiológico de la población, su desarrollo demográfico y las amenazas naturales a las que está expuesto. La capacidad de operación real de cada establecimiento perteneciente a la red de salud

debe establecerse considerando los antecedentes reales de las amenazas naturales a las que está expuesto y el nivel de vulnerabilidad existente.

Una vez establecida las características reales de la red asistencial y la necesidad de desarrollar un nuevo establecimiento de salud, dentro de esta red, y en una región específica, es necesario establecer el rol asistencial de este nuevo centro, en tiempos normales y ante distintos niveles y tipos de emergencia. En relación a la función deseada de cada establecimiento de salud cuando ocurra un evento natural o de otro tipo, se definirá su nivel de protección global de la operación, es decir, si prestará servicios durante la emergencia o con qué nivel de respuesta sobrevivirá a ésta. El nivel de protección global es función del nivel de protección de cada uno de sus servicios. Todo esto llevará a establecer demandas sobre las características del sitio de ubicación del establecimiento y las características de su infraestructura y de los servicios básicos de los cuales depende, tal y como se muestra en el siguiente diagrama:

### Definición de los objetivos de protección



En términos prácticos, se pueden definir tres objetivos de protección: protección de la operación, protección de la infraestructura y protección de la vida.

<b>Protección de la operación</b>	Este objetivo incluye la protección de la infraestructura y se orienta a generar sistemas que se mantengan operativos o que puedan recuperar su capacidad de operación en un tiempo relativamente corto.
<b>Protección de la infraestructura</b>	Es aquel que conduce a la protección de toda o parte de la infraestructura y equipamiento, aunque el establecimiento en sí deje de funcionar. En esta situación, es posible generar una infraestructura que pueda recuperar su operación en un plazo y a un costo acorde con las capacidades de la institución.
<b>Protección de la vida</b>	Es el requisito mínimo para cualquier infraestructura y es el que comúnmente se ha utilizado en la construcción de establecimientos de salud.

Dentro de este enfoque, el aspecto más importante es la definición del objetivo de cada servicio de un establecimiento para las distintas amenazas presentes en la región y para los distintos niveles de severidad de estas amenazas. Este documento propone que se establezcan dos niveles de severidad en el diseño del establecimiento: uno mínimo, asociado al nivel tradicional de diseño para cada amenaza y otro mayor, asociado al evento máximo creíble, que es lo deseado.

En el caso de sismo, el nivel mínimo corresponde a una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años y el deseado (evento máximo creíble) a una probabilidad de excedencia del 2% en 50 años. El diseño de cada recinto se deberá efectuar considerando, como objetivo mínimo, evitar la evacuación forzada y rápida con posterioridad a la ocurrencia del evento.

Para lograr una toma de conciencia de los actores en el proceso de creación de un establecimiento de salud, resulta necesario que las distintas partes acuerden por escrito el objetivo de protección, definiendo metas de seguridad para el establecimiento en tiempo normal y ante la ocurrencia de distintos escenarios de amenazas. El formulario *Objetivo de seguridad del establecimiento (Anexo 2.1)* puede ayudar a esta toma de conciencia. Debe llenarse escogiendo un nivel de seguridad para cada amenaza esperada en la zona de emplazamiento de la infraestructura, en función del tiempo de recuperación deseado para el establecimiento.

## 2. Listado básico de los servicios

El objetivo de protección global del establecimiento está directamente relacionado con el nivel de protección de sus servicios. En los cuadros 2.1a y 2.1b se presentan algunos de los servicios médicos y de apoyo presentes en un establecimiento de salud para los que se deben definir niveles de protección. El nivel de protección debe determinarse de acuerdo con el objetivo de protección general deseado para el establecimiento. No es necesario, pero sí recomendable, que todos los servicios de un establecimiento tengan el mismo nivel de protección que el definido globalmente. El nivel de protección debe ser indicado para uno o más niveles de intensidad de cada amenaza.

**Cuadro 2.1a - Listado de los servicios médicos hospitalarios**

Anatomía patológica	Kinesioterapia	Pediatría
Banco de sangre	Laboratorio	Policlínico adosado
Cardiología	Medicina interna	Psiquiatría
Cirugía	Medicina nuclear	Salas de recuperación
Cirugía infantil	Neonatología	Traumatología y ortopedia
Cirugía plástica quemados	Neumología	Urgencia adultos
Dermatología	Neurología infantil	Urgencia infantil
Endoscopia	Obstetricia y ginecología	Urología
Esterilización	Odontología	UTI/UCI
Farmacia	Oftalmología	Otros servicios médicos
Hemodiálisis	Oncología	
Hospitalización indiferenciada	Otorrinolaringología	
Imageneología	Pabellones quirúrgicos	

**Cuadro 2.1b - Listado de los servicios y sistemas de apoyo**

Administración	Casa poder electricidad	Sistema de comunicaciones
Agua industrial	Climatización	Sistema de transporte vertical
Agua potable	Gases industriales	Sistema eléctrico de emergencia
Alcantarillado	Lavandería	Sistema de gases clínicos
Archivos	Movilización y transporte	Sistema de oxígeno
Bodegas de material estéril	Red de electricidad	Vías de escape
Bodegas de material no estéril	Sistema contra incendio	Otros servicios y sistemas de apoyo
Central térmica y calderas	Sistema de alimentación	

### 3. Clasificación de los servicios médicos y de apoyo

Para permitir una correcta selección del objetivo de protección de cada servicio es conveniente definir el nivel de importancia del servicio, en términos de la actividad que desarrolla, de las características de sus contenidos y de las características de la amenaza:

#### Clasificación de los servicios médicos y de apoyo

Servicios y sistemas críticos	Se deben clasificar según se indica a continuación:
Servicios críticos por el desempeño de funciones vitales o esenciales	Corresponden a aquellos servicios que deben mantenerse en funcionamiento para atender las necesidades vitales de salud de los internos y prestar primeros auxilios a la población afectada por el fenómeno natural. También se incluyen los servicios cuya inhabilitación pueden causar detenciones prolongadas y pérdidas serias de atención.
Servicios críticos por el contenido de materiales peligrosos o dañinos	El daño en este tipo de servicio involucra riesgos de incendio, explosión o contaminación del aire o de las aguas, pudiendo resultar heridos el personal, pacientes y/o visitas.
Servicios críticos cuya falla puede causar caos entre pacientes y/o funcionarios	Corresponden a aquellos servicios cuyo daño en sus contenidos puede causar alarma y confusión entre el personal, pacientes y/o visitas, poniendo en riesgo la atención.
Servicios y sistemas especiales	Servicios que sin ser críticos presentan contenidos de difícil reemplazo o de alto costo de reposición.
Otros servicios y sistemas	Corresponden a aquellos servicios cuyos contenidos pueden presentar fallas menores, susceptibles de reparación rápida y que no causan detenciones prolongadas ni pérdidas importantes de atención.

### 4. Definición de los niveles de protección requeridos en los servicios

De una manera similar a lo definido en forma global, los servicios y sistemas de apoyo se deben clasificar de acuerdo con distintos objetivos de protección y para cada nivel de severidad de la amenaza:

## Definición de los niveles de protección de los servicios

Protección de la operación (PO)	El servicio recupera su normal funcionamiento inmediatamente después de la emergencia. Las pérdidas de operación, si las hay, son momentáneas y no ponen en riesgo a los pacientes y/o funcionarios. Para cumplir este objetivo, los componentes de infraestructura (estructurales y no estructurales) y funcionales deben responder de manera similar. En estos componentes solo se acepta un nivel de daño limitado. El objetivo de protección de operación incorpora intrínsecamente los objetivos de protección de la infraestructura y de la vida.
Protección de la infraestructura (PI)	Constituye un nivel de protección intermedio, en el cual se busca proteger del daño a la infraestructura del servicio de difícil o alto costo de reposición. Para cumplir este objetivo, tanto los componentes estructurales como los no estructurales deben responder de manera similar. En algunos casos, la protección de la infraestructura puede resultar indirectamente en protección de la operación.
Protección de la vida (PV)	Se admite que el servicio pueda presentar daño de consideración en sus componentes estructurales y no estructurales, siempre que no ponga en riesgo la vida de las personas. En consecuencia, será necesario efectuar reparaciones significativas para recuperar la función del servicio con posterioridad al evento. Tales reparaciones pueden resultar económicamente impracticables.

Dependiendo de la clasificación del servicio, en función de la actividad desarrollada y de la naturaleza de sus contenidos, deberán definirse objetivos de protección, como los que se recomiendan en el *cuadro 2.2*.

### Cuadro 2.2 Objetivos de protección para los servicios

Clasificación del servicio	Objetivo de protección		
	PO	PI	PV
Servicios críticos			
Vitales o esenciales	✓		
Peligrosos o dañinos	✓		
Que pueden causar caos o confusión	✓		
Servicios especiales		✓	
Otros servicios		✓	✓

Los objetivos de protección mostrados en el cuadro anterior pueden ser redefinidos conforme estime el equipo coordinador del proyecto, de acuerdo a la capacidad económica de la institución, pero en concordancia con los objetivos del proyecto. Se debe privilegiar el objetivo de protección de la operación.

## 5. Definición y caracterización de los objetivos de protección de los componentes de la infraestructura

Los objetivos de protección que se han definido para el establecimiento y para cada uno de sus servicios, generan requisitos de organización, seguridad y control de daños en los componentes de la infraestructura. La infraestructura típicamente se divide en dos subgrupos: la estructura y la no estructura. La estructura corresponde a los elementos básicos que generan la seguridad del sistema y típicamente está compuesta por elementos como vigas, columnas, losas, muros, diagonales y fundaciones. La no estructura es aquella que permite generar finalmente la operación del establecimiento y se divide en elementos arquitectónicos, equipamiento y contenidos y servicios o líneas vitales.

Para los componentes de la infraestructura en cada servicio de un establecimiento es necesario establecer un nivel de protección:

### Definición de niveles de protección de los componentes, sistemas y equipos

Protección de la operación (PO)	El sistema estructural resistente debe responder de forma tal que el edificio permanezca utilizable y seguro durante e inmediatamente después de ocurrida la emergencia. Los elementos estructurales deben conservar casi intacta la condición de rigidez y capacidad resistente previas a la emergencia. El daño que se produzca debe ser mínimo y su reparación no requerida para la continuidad de operación y para la ocupación del recinto (daño controlado). Los componentes no estructurales deben ser capaces de mantener su función sin alteraciones durante y después de la emergencia. El daño que se produzca debe ser mínimo y permitir la inmediata ocupación del recinto. Los daños a la infraestructura externa no deben impedir la operación del establecimiento.
Protección de la infraestructura (PI)	Se admite daño en el sistema estructural, sin embargo, éste debe ser controlado a fin de no afectar los contenidos de difícil o costosa reposición presentes en el servicio. El daño que se produzca debe ser susceptible de reparación a costo razonable y en un corto periodo de tiempo, a fin de minimizar la interferencia en la función desempeñada.
Protección de la vida (PV)	Se admite daño en componentes estructurales y no estructurales. El daño producido en los componentes no puede constituir un peligro para los pacientes, visitas y funcionarios del recinto. Las reparaciones de los daños pueden resultar de alto costo económico y de alta interferencia para la operación y ocupación del recinto.

En todo caso, el objetivo de protección de los componentes de la infraestructura debe ser al menos igual al objetivo de protección establecido para el servicio en que se encuentra o con los cuales interactúa.



## 6. Formulación de los objetivos de protección de los servicios

En el *anexo 2.2* se presenta el formulario *Objetivos de protección de servicios y sistemas de apoyo*, que puede ser utilizado para definir los objetivos de protección del establecimiento y de sus servicios. El documento debe ser llenado en conjunto por la institución y los profesionales del proyecto. Deberá completarse un cuadro similar para cada escenario de amenaza natural y para cada nivel de protección considerado.

## 7. Nivel de detalle del proyecto

Conforme al objetivo de protección definido para el establecimiento y al nivel de peligro estimado por el grupo multidisciplinario de especialistas, deberá determinarse el nivel de detalle o profundidad con que debe desarrollarse el proyecto. Se definen dos niveles de detalle que implican diferencias en los estudios de sitio y procedimientos de diseño, calificación de los profesionales que participan y aseguramiento de la calidad. El *cuadro 2.3* presenta las alternativas en función del objetivo de protección.

**Cuadro 2.3 - Nivel de detalle de los estudios requeridos**

Objetivo de protección	Nivel de peligro	
	Alto	Bajo
Protección de la operación	ED	ED
Protección de la infraestructura	ED	EB
Protección de la vida	ED	EB

ED: Estudio detallado

EB: Estudio básico

A continuación se resumen las características principales de los estudios indicados en el cuadro anterior.

**Cuadro 2.4 - Caracterización del proyecto**

	Nivel de detalle del estudio	
	Estudio detallado	Estudio básico
<b>Requerimientos a los grupos profesionales</b>	(Según Cap. 5)	(Según Cap. 5)
<b>Estudios requeridos</b>		
Definición de alternativas de ubicación	✓	✓
Recopilación de información de amenazas a nivel regional	✓	✓
Recopilación de información de amenazas a nivel local en las alternativas de ubicación	✓	
Definición de alternativas de protección del establecimiento	✓	
<b>Identificación de los servicios mínimos que requieren protección</b>		
Definir nivel de protección de los servicios y sus componentes	Según cuadro 2.2 y anexo 2.2	Según cuadro 2.2 y anexo 2.2
<b>Requisitos del diseño de los sistemas de protección de los componentes estructurales, no estructurales y equipamiento médico e industrial</b>		
Requisitos establecidos en normas nacionales e internacionales	✓	✓
Requisitos establecidos en normas específicas para el proyecto y normas de hospitales	✓	
<b>Resultados esperados (Según capítulo 6)</b>		
Planos de detalles	✓	✓
Especificaciones técnicas	✓	✓
Documentos de licitación	✓	✓
Certificados	✓	✓
Memorias de cálculo	✓	✓
<b>Plazos de ejecución típicos<sup>1</sup></b>	8-12 meses	6-10 meses
<b>Programa de aseguramiento de la calidad del proyecto (Según capítulo 6)</b>	✓	✓

Notas: 1 Los plazos de ejecución indicados son solo referenciales. La duración de cada actividad dependerá, entre otras variables, de las dimensiones y objetivos de protección del establecimiento, y de las amenazas naturales existentes en la zona.

## Referencias bibliográficas

- Applied Technology Council, *ATC 51: U.S.-Italy Collaborative Recommendations for Improving the Seismic Safety of Hospitals in Italy*, California, 2000.
- Building Seismic Safety Council (BSSC), *FEMA 368: NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures*, Washington, D.C., 2001.
- Building Seismic Safety Council (BSSC), *FEMA 369: NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures, Commentary*, Washington, D.C., 2001.
- Centro Colaborador OPS/OMS en Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud, *Bases Metodológicas: Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Estructuradas con Pórticos de Hormigón Armado, Evaluación de Elementos Arquitectónicos y Evaluación de Equipamiento*, Universidad de Chile, 2000.
- Departments of The Army, The Navy and The Air Force, *NAVY NAVFAC P-355.1: Seismic Design Guidelines for Essential Buildings*, Technical Manual, Washington, D.C., December 1986.
- Departments of The Army, The Navy and The Air Force, *NAVY NAVFAC P-355.2: Seismic Design Guidelines for Upgrading Existing Buildings*, Technical Manual, Washington, D.C., September 1988.
- Federal Emergency Management Agency, *FEMA 310: Handbook for the Seismic Evaluation of Existing Buildings*, Washington, D.C., 1998.
- Federal Emergency Management Agency, *FEMA 356: Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*, Washington, D.C., November 2000.
- Federal Emergency Management Agency, *"FEMA 74: Reducing the Risk of Nonstructural Earthquake Damage, A Practical Guide*, Washington, D.C., September 1994.
- Office of Statewide Health Planning and Development (OSHPD), *Building Standard Administrative Code, Part 1, Title 24, C.C.R.*, December 2001.
- U.S. Army Corps of Engineers, Engineering Division, Directorate of Military Programs, *TI 809-4: Seismic Design for Buildings*, Technical Instructions, Washington, D.C., December 1998.



## Anexo 2.2

# Formulario: Objetivos de protección de servicios y sistemas de apoyo

<p><b>Nivel de amenaza<sup>1</sup>:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Máxima creíble o probable</p> <p><input type="checkbox"/> Mínimo recomendado</p>	<p><b>Tipo de amenaza</b> .....</p> <p>.....</p> <p><b>Variable que caracteriza la amenaza</b> .....</p> <p>.....</p>																																																																																																																																																																								
<p><b>Objetivo de protección del establecimiento de salud<sup>1</sup>:</b></p> <p><input type="checkbox"/> Protección de la operación (PO)    <input type="checkbox"/> Protección de la infraestructura (PI)    <input type="checkbox"/> Protección de la vida (PV)</p>																																																																																																																																																																									
<p><b>Objetivos de protección de servicios y sistemas de apoyo<sup>2</sup>:</b></p> <p><b>Servicios médicos</b></p>																																																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>PO</th> <th>PI</th> <th>PV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Anatomía patológica</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Banco de sangre</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Bodegas de material estéril</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Bodegas de material no estéril</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cardiología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Sistema de gases clínicos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Sistema de oxígeno</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cirugía</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cirugía infantil</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Cirugía plástica quemados</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Dermatología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Endoscopia</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Esterilización</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Farmacia</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hemodiálisis</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hospitalización indiferenciada</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Imageneología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Kinesioterapia</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Laboratorio</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Medicina interna</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		PO	PI	PV	Anatomía patológica				Banco de sangre				Bodegas de material estéril				Bodegas de material no estéril				Cardiología				Sistema de gases clínicos				Sistema de oxígeno				Cirugía				Cirugía infantil				Cirugía plástica quemados				Dermatología				Endoscopia				Esterilización				Farmacia				Hemodiálisis				Hospitalización indiferenciada				Imageneología				Kinesioterapia				Laboratorio				Medicina interna				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>PO</th> <th>PI</th> <th>PV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Medicina nuclear</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Neonatología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Neumología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Neurología infantil</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Obstetricia y ginecología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Odontología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Oftalmología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Oncología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Otorrinolaringología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pabellones quirúrgicos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Pediatría</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Policlínico adosado</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Psiquiatría</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Salas de recuperación</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Traumatología y ortopedia</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Urgencia adultos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Urgencia infantil</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Urología</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>UTI / UCI</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Otros servicios médicos</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		PO	PI	PV	Medicina nuclear				Neonatología				Neumología				Neurología infantil				Obstetricia y ginecología				Odontología				Oftalmología				Oncología				Otorrinolaringología				Pabellones quirúrgicos				Pediatría				Policlínico adosado				Psiquiatría				Salas de recuperación				Traumatología y ortopedia				Urgencia adultos				Urgencia infantil				Urología				UTI / UCI				Otros servicios médicos			
	PO	PI	PV																																																																																																																																																																						
Anatomía patológica																																																																																																																																																																									
Banco de sangre																																																																																																																																																																									
Bodegas de material estéril																																																																																																																																																																									
Bodegas de material no estéril																																																																																																																																																																									
Cardiología																																																																																																																																																																									
Sistema de gases clínicos																																																																																																																																																																									
Sistema de oxígeno																																																																																																																																																																									
Cirugía																																																																																																																																																																									
Cirugía infantil																																																																																																																																																																									
Cirugía plástica quemados																																																																																																																																																																									
Dermatología																																																																																																																																																																									
Endoscopia																																																																																																																																																																									
Esterilización																																																																																																																																																																									
Farmacia																																																																																																																																																																									
Hemodiálisis																																																																																																																																																																									
Hospitalización indiferenciada																																																																																																																																																																									
Imageneología																																																																																																																																																																									
Kinesioterapia																																																																																																																																																																									
Laboratorio																																																																																																																																																																									
Medicina interna																																																																																																																																																																									
	PO	PI	PV																																																																																																																																																																						
Medicina nuclear																																																																																																																																																																									
Neonatología																																																																																																																																																																									
Neumología																																																																																																																																																																									
Neurología infantil																																																																																																																																																																									
Obstetricia y ginecología																																																																																																																																																																									
Odontología																																																																																																																																																																									
Oftalmología																																																																																																																																																																									
Oncología																																																																																																																																																																									
Otorrinolaringología																																																																																																																																																																									
Pabellones quirúrgicos																																																																																																																																																																									
Pediatría																																																																																																																																																																									
Policlínico adosado																																																																																																																																																																									
Psiquiatría																																																																																																																																																																									
Salas de recuperación																																																																																																																																																																									
Traumatología y ortopedia																																																																																																																																																																									
Urgencia adultos																																																																																																																																																																									
Urgencia infantil																																																																																																																																																																									
Urología																																																																																																																																																																									
UTI / UCI																																																																																																																																																																									
Otros servicios médicos																																																																																																																																																																									

Continúa  
→

**Servicios y sistemas de apoyo:**

	PO	PI	PV
Administración			
Agua industrial			
Agua potable			
Alcantarillado			
Archivos			
Casa poder electricidad			
Central térmica y calderas			
Climatización			
Gases industriales			
Lavandería			

	PO	PI	PV
Movilización y transporte			
Red de electricidad			
Sistema contra incendio			
Sistema de alimentación			
Sistema de comunicación			
Sistema de transporte vertical			
Sistema eléctrico de emergencia			
Vías de escape			
Otros servicios y sistemas de apoyo			

**Objetivos de protección de otros servicios y sistemas de apoyo<sup>2</sup>:**

	PO	PI	PV
<b>Servicios o componentes críticos</b>			
Vitales o esenciales			
Peligrosos o dañinos			
Que pueden causar caos o confusión			
<b>Servicios o componentes especiales</b>			
<b>Otros servicios</b>			

- Notas: 1 Para cada establecimiento que forma parte de una red nacional o local de salud, debe establecerse un objetivo de protección general, acorde con el nivel de desempeño esperado para el establecimiento, bajo distintos escenarios de desastre.
- 2 Los objetivos de protección que se establecen en el cuadro anterior constituyen niveles mínimos de protección. Se recomienda que el diseño de los sistemas de seguridad se efectúe considerando un objetivo de protección de la operación. Los objetivos de protección aquí indicados deben ser acordados en conjunto por la institución, equipo médico y especialistas de proyecto. Protección de operación implica intrínsecamente protección de la infraestructura y protección de la vida. Protección de infraestructura implica, en muchos casos, protección de la operación.





## Capítulo 3

# Criterios generales para la selección de un sitio seguro

### 1. Introducción

La selección de alternativas y de un sitio definitivo para el establecimiento de salud se debe realizar a partir de un estudio de los requerimientos asistenciales de la población y de las características de la red de salud existente, conforme a criterios de políticas de salud, demográficos, geográficos, sociopolíticos y económicos de la institución.

Como antecedentes mínimos para la caracterización del sitio deben incluirse los siguientes aspectos:

- Ubicación y accesibilidad
- Suministro y calidad de servicios esenciales
- Urbanísticos: clima, estética, condiciones circundantes
- Riesgos comunes: ruido, polvo, vibraciones, otros
- Peligros naturales y tecnológicos
- Topográficos y geotécnicos
- Legales
- Económicos

Se deben considerar también en esta selección los objetivos de protección definidos para el establecimiento en tiempo normal y de emergencia, el análisis comparativo de los peligros naturales y tecnológicos presentes en las alternativas, el costo estimado y la factibilidad técnica de implementar los sistemas de protección necesarios, los recursos económicos disponibles y las conclusiones del análisis costo/beneficio de las alternativas, como se ve en los *diagramas 3.1 y 3.2*.

El análisis deberá abarcar no solo el sitio específico de emplazamiento del establecimiento, sino también sus alrededores; se deberá evaluar cómo los fenómenos naturales afectan a la población circundante, a la población de referencia y a la infraestructura, en especial a los servicios vitales, entre ellos, las vías de comunicación, que permiten a un establecimiento de salud cumplir su objetivo.

## **2. Proceso de la selección de alternativas de ubicación**

### **Variables de la selección del sitio**

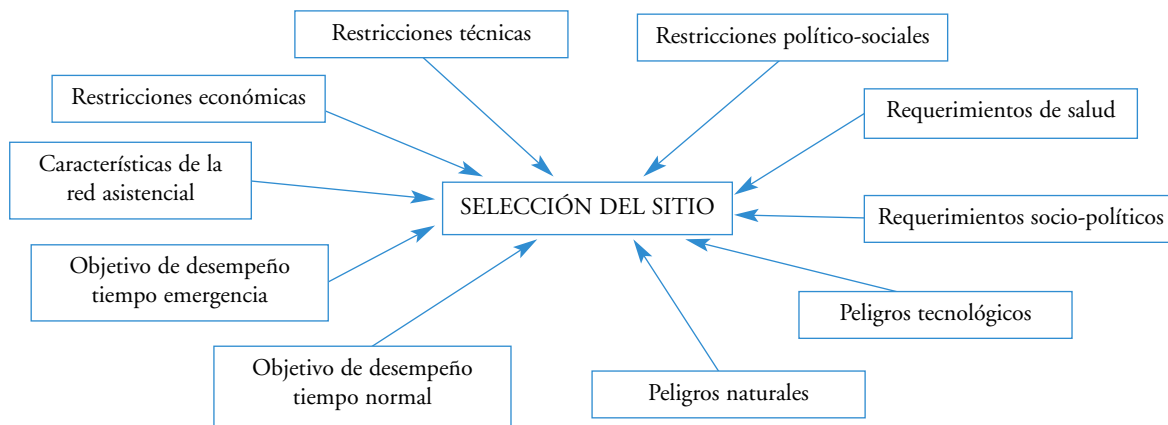
Estas guías no indican formalmente cómo elaborar un ranking de preferencia de las distintas alternativas, sino más bien exponen los criterios y factores relevantes que deben ser considerados en la selección de un sitio adecuado y seguro. Es conveniente que cada institución establezca indicadores cualitativos y cuantitativos que le permitan evaluar y comparar cada una de las alternativas. Estos indicadores pueden tener distinto nivel de complejidad, pero finalmente, deben permitir tomar una decisión donde se establezca claramente la capacidad de cumplir con los objetivos de protección deseados. Si las alternativas preseleccionadas no permiten alcanzar estos objetivos, será necesario modificar los objetivos de protección o buscar nuevas alternativas de ubicación.

La información necesaria para la selección de las alternativas de ubicación en función de los peligros naturales, puede limitarse a información existente contenida en planos de ordenamiento territorial y planes de desarrollo local o regional, reportes técnicos, normativas y reglamentos y opiniones de expertos. Adicionalmente, debe realizarse el reconocimiento en el terreno de cada una de las alternativas y sus alrededores por parte del grupo de evaluación y selección. Si el establecimiento de salud es diseñado para alcanzar un alto objetivo de protección ante la ocurrencia de un fenómeno natural, se deberán ejecutar los estudios detallados requeridos para caracterizar las amenazas. No debe permitirse la selección de un sitio que no cuente con toda la información detallada requerida.

Diagrama 3.1 - Preselección de sitios



Diagrama 3.2 - Selección del sitio



En la selección del sitio deberá considerarse además la cercanía a industrias (plantas químicas, refinerías, centros de procesamiento de productos mineros, etc.), instalaciones militares, rellenos sanitarios, aeropuertos, rutas usadas para el transporte de materiales peligrosos, etc., instalaciones que por sus funciones, por la emisión de agentes tóxicos o por eventuales accidentes en tiempo normal o de emergencia pudieran afectar la seguridad del establecimiento.

Es necesario considerar la posibilidad de modificar el plano regulador local luego de definida la ubicación del establecimiento. De esta forma, se evitará que en el futuro se desarrollen actividades que generen riesgo para el establecimiento de salud y su operación.

## Procedimiento para la selección del sitio

La selección del sitio se puede realizar considerando tres etapas y sus correspondientes actividades o subetapas:

Etapas 1: Recolección de los antecedentes.

Etapas 2: Evaluación de las alternativas.

Etapas 3: Selección del sitio.

### Etapas 1. Recolección de los antecedentes

#### Estudios preliminares

Para dar inicio al proyecto, la institución deberá seleccionar al equipo coordinador y a los profesionales necesarios para la preselección y selección del sitio. A la vez, deberá establecer el objetivo de protección y/o el nivel de daño o tiempo de recuperación en caso de emergencia aceptado para la obra.

La institución deberá definir las alternativas para el emplazamiento del servicio. En particular, deberá delimitar las alternativas de interés, definiendo la superficie ocupada por el establecimiento y su área de influencia. La preselección de los sitios deberá efectuarse considerando los aspectos y criterios descritos al inicio de este capítulo.

Una vez seleccionadas las alternativas de ubicación, será necesario estudiar los antecedentes existentes. El objetivo de esta etapa es establecer si estos antecedentes son suficientes o se requiere mayor información para efectuar la calificación, comparación y selección de la alternativa. Entre los antecedentes que requieren estudiarse se encuentran: información general relativa a las áreas de interés, características de los asentamientos humanos y de la infraestructura de la región, normativas y reglamentos existentes, planos de desarrollo regionales y locales, cartografía existente, antecedentes de fenómenos naturales ocurridos en la región, información geotécnica disponible, información obtenida en otros proyectos desarrollados en la zona y opiniones de organismos de gobierno, instituciones profesionales y académicas y otras organizaciones no gubernamentales.

En esta etapa, el equipo de especialistas deberá estimar como alta o baja la intensidad de los fenómenos naturales identificados. Este dato es necesario para definir el nivel de detalle de los estudios requeridos para su caracterización. En caso de no contarse con información suficiente, o existir incertidumbre respecto a la información disponible, los revisores o asesores deberán recomendar la ejecución de los estudios necesarios para la caracterización de las amenazas sobre las alternativas. El nivel de detalle del estudio por desarrollar quedará determinado además por el objetivo de protección considerado para el establecimiento.

El *cuadro 3.1* presenta un resumen de las actividades que se deben desarrollar en esta etapa del proyecto.

**Cuadro 3.1 Actividades preliminares**

<b>Conformación del equipo profesional (Según capítulo 5)</b>
<b>Definición de los objetivos de protección y nivel de daño esperado</b>
<b>Definición de las alternativas de la ubicación</b>
Delimitación de las zonas de interés
Área ocupada por el establecimiento
Área de influencia del establecimiento
Vías de comunicación
Servicios vitales
Revisión de planos reguladores locales
<b>Estudios preliminares</b>
Asentamientos humanos e infraestructura en la región
Superficie habitada
Servicios
Carreteras y medios de transporte, etc.
Revisión de las normativas y reglamentos existentes
Revisión de los planes de desarrollo regionales
Revisión de la cartografía existente
Revisión de la información general relativa a las áreas de interés
Revisión de los antecedentes de fenómenos naturales ocurridos en la región (deslizamientos y aluviones, vientos, inundaciones, sismos y actividad volcánica)
Recopilación de la información geotécnica preliminar de los sitios
Recopilación de la información obtenida en otros proyectos desarrollados en la zona
Opinión de los organismos de gobierno y ONG
Opinión de los expertos

## **Etapa 2. Evaluación de las alternativas**

El equipo de especialistas deberá evaluar si la información recopilada durante la etapa preliminar, es suficiente para definir el sitio más adecuado para el establecimiento. En caso de ser suficiente, deberá efectuarse el análisis y calificación de las alternativas, conforme se indica más adelante en este mismo capítulo. En caso de no contarse con la información necesaria, el equipo de especialistas deberá ejecutar los estudios necesarios para generar la información que permita caracterizar el sitio (ver anexo 3.1).

### Procesamiento de antecedentes

La información recopilada durante los estudios preliminares, o bien la obtenida durante los estudios específicos, deberá procesarse a fin de caracterizar la ubicación. El *cuadro 3.2* resume las principales variables que deben ser cuantificadas para establecer las amenazas de la naturaleza presentes en cada sitio.

**Cuadro 3.2 - Cuantificación del riesgo**

Cuantificación del riesgo					
Sismo	Nieve	Viento	Deslizamiento aluvión	Inundación	Volcanismo
<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada	<u>Dimensión</u> Magnitud Duración Probabilidad de ocurrencia Área afectada
<u>Caracterización</u> Espectro de diseño Registros sísmicos de verificación Consecuencias geotécnicas directas	<u>Caracterización</u> Carga de diseño Posibilidad de control	<u>Caracterización</u> Velocidad de diseño Posibilidad de control	<u>Caracterización</u> Volumen Altura Velocidad Posibilidad de control	<u>Caracterización</u> Volumen Altura Velocidad Posibilidad de control	<u>Caracterización</u> Volumen Velocidad

Las variables indicadas en este diagrama deberán ser cuantificadas mediante estudios geológicos, geomecánicos, sismológicos, climáticos e hidrológicos.

Deberá procesarse y evaluarse la siguiente información:

- Presencia de condiciones para el **deslizamiento de masas de suelos**: antecedentes históricos, existencia de vegetación, depósitos naturales, pendientes elevadas, planos de estratificación, estratos de suelos de baja cohesión y baja resistencia de corte, materiales en degradación, amenazas de cursos de agua, condiciones de drenaje y permeabilidad, actividad sísmica, condiciones climáticas, intervención humana, etc. Además, deberá evaluarse la estabilidad de los taludes y laderas de la región y dimensionarse el peligro del deslizamiento de las masas de suelo, cuantificando la superficie afectada y el volumen desplazado, la velocidad del deslizamiento, los factores de seguridad frente al deslizamiento y la probabilidad de ocurrencia.
- **Peligro sísmico** del sitio por medio de la caracterización de las fuentes sismogénicas, identificación de fallas activas y caracterización del sismo máximo probable: intensidad

máxima probable, leyes de atenuación, duración del movimiento fuerte, espectro de respuesta lineal, etc. En relación con las características geomecánicas del sitio, deberá evaluarse el potencial de licuefacción y densificación del suelo de fundación y el potencial de deslizamiento de masas del suelo.

- Presencia de **actividad volcánica** en la región. Deberá definirse las probables rutas de avance de los flujos piroclásticos, para descartar su paso por los sitios escogidos para la infraestructura. Asimismo, se deberá estimar el área de influencia de explosiones laterales y emisiones de gases, cenizas y material sólido y particulado que se puedan originar durante la actividad; así como la probabilidad de ocurrencia de aluviones, producto de deshielos. Es importante dimensionar el peligro de volcanismo indicando la superficie que puede ser afectada, la velocidad de los flujos, el grado de toxicidad de los gases, magnitud de los movimientos telúricos asociados, probabilidad de ocurrencia, etc.
- Antecedentes referidos a la probabilidad de inundación por **tsunami**, originado por actividad sísmica o actividad volcánica de origen submarino.
- Antecedentes relativos a las **condiciones meteorológicas e hidrológicas** del sitio, a fin de evaluar los riesgos de inundaciones, aluviones y huracanes. Deberá recopilarse información correspondiente que sea representativa de las características del sitio. También es necesario estudiar los regímenes de precipitaciones históricas y las principales características del clima de la región (oscilaciones térmicas, ubicación de la línea de nieves, distribución espacial y temporal de las precipitaciones, etc.). Asimismo es importante evaluar el peligro que constituyen los cursos de agua, lagos y embalses en las cercanías del lugar, identificando nivel de crecidas históricas, zonas de desbordes, población afectada, altura de inundación, etc., así como las intensidades de lluvia asociadas a la ocurrencia de estos fenómenos. Deberán estudiarse además las características de los regímenes de escurrimientos superficiales y las condiciones de permeabilidad y uso del suelo.
- Características de las **ráfagas de viento** en la región, evaluando antecedentes históricos y determinando al menos intensidad, dirección y distribución en altura de las ráfagas probables.
- **Topografía del lugar** para descartar que el sitio corresponda a una zona baja, **susceptible de inundación**, y para descartar la presencia de condiciones morfológicas que incidan en la formación de turbulencias.
- La seguridad del sitio específico en cuanto a sus características **geotécnicas**: capacidad soportante y estabilidad ante distintas demandas. En especial deben evitarse sitios con potencial de licuefacción, colapsables o con asentamientos importantes.

En el *anexo 3.1* se presenta el resumen de algunos de los estudios requeridos para la caracterización de amenazas y las variables que deben identificarse para cuantificar el peligro en cada alternativa.



### Factibilidad técnica y económica de la protección

Para cada amenaza de la naturaleza, se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de implementar sistemas de protección global de la estructura, por medio de la ejecución de obras anexas, como las que se indican a continuación:

- Como alternativa de protección contra **deslizamientos de masas de suelos** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de implementar sistemas de contención de taludes y laderas, aumentar la resistencia del suelo por medio de geotextiles, recurrir al abatimiento de masas de suelo inestables, reforestar, efectuar la limpieza de cursos de agua que en caso de desbordar puedan socavar masas de suelos, construcción de terrazas aluvionales, implementar sistemas de monitoreo permanente y sistemas de alerta, etc.
- Para la protección contra **ráfagas de viento** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de desarrollar especificaciones técnicas para un detallamiento adecuado e implementación de tales disposiciones, reforestar, etc.
- Como estrategia de protección global contra **inundaciones** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de construir barreras de protección en los puntos críticos del flujo, construir gaviones a lo largo del flujo, efectuar la limpieza y/o canalización de los cursos de agua, construir canales de drenaje, revisar y mejorar los sistemas de recolección de aguas lluvia, etc.
- Para efectuar la protección **sísmica** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de desarrollar especificaciones técnicas para un detallamiento sísmico adecuado e implementar tales disposiciones.
- Contra amenazas de **volcanismo** se deberá evaluar la factibilidad técnica y económica de implementar sistemas de monitoreo permanente y sistemas de alerta.

En el anexo 3.2 se presenta el resumen de algunas alternativas que pueden ser utilizadas para la protección global de la estructura contra las amenazas de la naturaleza descritas en este documento.

### Impacto de las amenazas en el área de estudio

Para cada amenaza deberá evaluarse sus impactos sobre la población atendida, servicios vitales, dependencias anexas y accesos a los servicios de salud. Se deberá evaluar además el impacto que tendrá el fenómeno sobre la red asistencial de salud de la región, y cuando corresponda, del país. Esta evaluación no solo debe estar asociada a la infraestructura de la red, sino también a sus aspectos de salud, económicos y políticos. En muchas ocasiones, si bien el daño a la infraestructura de salud puede ser manejado desde un punto de vista técnico, el impacto político y social del daño puede ser devastador.

## **Etapa 3. Selección del sitio**

### **Selección de la mejor alternativa**

La información recopilada deberá procesarse para escoger el sitio de emplazamiento más seguro y conveniente para el establecimiento. En este proceso es importante incluir la caracterización de las condiciones y el nivel de peligro sobre las alternativas de emplazamiento, la evaluación de la factibilidad técnica y de los costos potenciales de la estructura, la evaluación del impacto de las amenazas, el estudio comparativo de los costos y beneficios de las alternativas y la selección de la ubicación definitiva de la estructura.

En algunas circunstancias no es posible cumplir con el objetivo de protección deseado, debido a las condiciones extremas en que se ubica la población a la que se desea prestar la atención. Ante la inexistencia de una localización segura, de acuerdo con los estándares de protección, se deben buscar alternativas como son:

- Dividir las funciones del establecimiento, de manera que se desarrollen en distintas ubicaciones, distantes entre sí.
- Proveer de establecimientos móviles o temporales en las zonas de interés.
- Generar sistemas de referencia adecuados para que la población se traslade a establecimientos en otras zonas.

Estas alternativas permiten distribuir o disminuir el riesgo, sin embargo, incrementa los costos y dificulta la operación deseada, pero pueden ser las únicas razonables.

### **Elaboración del documento resumen**

La información obtenida en la etapa preliminar, durante los estudios de detalle y durante el proceso de selección de la alternativa definitiva, deberá resumirse en un documento que debe incluir como mínimo los siguientes contenidos:

- Presentación de los motivos para la selección de la alternativa.
- Descripción de condiciones y beneficios para el sistema.
- Descripción de los peligros en el sitio de emplazamiento escogido.
- Causas precursoras de los peligros identificados.
- Caracterización de los peligros identificados.
- Recomendaciones del diseño para la infraestructura incluyendo tiempo de independencia de los servicios básicos (agua, electricidad, etc.).
- Recomendaciones del diseño y protección del área de influencia.
- Objetivo de protección para el centro de salud.

### 3. Evaluación de la seguridad del sitio

El formulario *Selección del sitio*, que se presenta en el *Anexo 3.3*, servirá de apoyo a los grupos de trabajo en la selección de un sitio de emplazamiento seguro para el establecimiento.

### Referencias bibliográficas

- ASCE 7-98, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, American Society of Civil Engineers, 1998.
- Centro Colaborador OPS/OMS en Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud, *Bases Metodológicas: Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Estructuradas con Pórticos de Hormigón Armado, Evaluación de Elementos Arquitectónicos y Evaluación de Equipamiento*, Universidad de Chile, 2000.
- FEMA 55: *Coastal Construction Manual*, Federal Emergency Management Agency, Washington, 1996.
- Hallent, B., *Photogrammetry, Basic Principles and General Survey*, McGraw-Hill, 1960.
- Key, D., *Structures to Withstand Disasters*, Ed. Thomas Telford, London, 1995.
- Kuroiwa, J., *Reducción de Desastres: Viviendo en Armonía con la Naturaleza*, Lima, 2002.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, *Planificación de Asentamientos Humanos en Zonas Propensas a Desastres*, Chile, 1982.
- Organización Panamericana de la Salud, *Manual para la Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas Rurales de Agua Potable*, 2001.
- Organización Panamericana de la Salud, *Mitigación de Desastres Naturales en Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*, Guías para el Análisis de Vulnerabilidad, 2000.
- Pan-American Health Organization, *Disaster Mitigation for Health Facilities*, Guidelines for Vulnerability Appraisal and Reduction in the Caribbean, 2000.
- Simiu, E., *Wind Effects on Structures: an Introduction to Wind Engineering*, John Wiley & Sons, 1978.
- Taype , V., *Aplicación de Mapas Geodinámicos en la Prevención de Desastres Naturales*, Memorias 4to Simposium Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres Naturales, Lima, CISMID, 1990.

## Anexo 3.1: Resumen de algunos estudios requeridos para la caracterización de las amenazas

Los alcances de los estudios requeridos para caracterizar las amenazas de la naturaleza dependen en gran medida de las condiciones locales de cada región. Sin embargo, y a manera de referencia, se presentan algunos de los estudios que se requieren para caracterizar las amenazas de la naturaleza consideradas en estas guías.

Evaluación del peligro del deslizamiento de tierra
<b>Evaluación de la existencia de condiciones para el deslizamiento</b>
Antecedentes históricos
Vegetación
Condiciones geológicas
Condiciones topográficas
Condiciones geomecánicas
Amenazas de cursos de agua
Amenaza sísmica
Intervención humana
<b>Evaluación de la estabilidad de taludes</b>
Evaluación preliminar y detallada
<b>Dimensionamiento del peligro del deslizamiento de masas de suelo</b>
Superficie afectada y volumen desplazado
Velocidad del deslizamiento
Factores de seguridad al deslizamiento
Probabilidad de ocurrencia
<b>Elaboración de mapas del peligro del deslizamiento (microzonificación)</b>

Evaluación del peligro de aluvión
<b>Evaluación de la existencia de condiciones para aluviones</b>
Antecedentes históricos
Condiciones meteorológicas
Vegetación
Condiciones geológicas
Condiciones topográficas
Condiciones geomecánicas
Condiciones de drenaje y permeabilidad
Intervención humana
<b>Dimensionamiento del peligro del aluvión</b>
Superficie afectada y volumen del material desplazado
Velocidad del aluvión
Probabilidades de ocurrencia
<b>Elaboración de mapas de peligros de aluviones (microzonificación)</b>

Evaluación del peligro por el viento
<b>Evaluación de la existencia de condiciones para ráfagas de viento</b>
Antecedentes históricos
Condiciones meteorológicas
Condiciones topográficas
<b>Dimensionamiento del peligro por el viento</b>
Velocidad de las ráfagas y otros parámetros de demanda
Probabilidad de ocurrencia
<b>Elaboración de mapas de velocidades del viento (microzonificación)</b>

Evaluación del peligro de inundación
<b>Evaluación de la existencia de condiciones para inundaciones</b>
Antecedentes históricos
Condiciones meteorológicas
Existencia de cursos de agua en la zona
Condiciones topográficas (zonas bajas)
Condiciones de permeabilidad y uso del suelo
Riesgo de inundación por tsunami
Intervención humana
<b>Identificación de puntos críticos</b>
Identificación de puntos críticos de desbordes durante crecidas
<b>Dimensionamiento del peligro de inundación</b>
Superficie afectada
Altura de la inundación
Velocidad del flujo y otros parámetros de demanda
Probabilidad de ocurrencia
<b>Elaboración de mapas del peligro de inundación (microzonificación)</b>

Evaluación del peligro sísmico
<b>Caracterización de las fuentes sismogénicas</b>
Establecimiento de las relaciones frecuencia-magnitud
Estimación del sismo máximo probable
<b>Estimación del peligro sísmico</b>
Estimación del movimiento fuerte en términos probabilísticos o determinísticos
Definición de una o más leyes de atenuación
Estimación de la duración del movimiento fuerte
Estimación del período predominante del movimiento fuerte
<b>Dimensionamiento del peligro sísmico</b>
Espectro de respuesta, registros y otros parámetros de demanda
Potencial colapso del suelo de fundación
Deslizamiento de masas del suelo (Véase sección referente a deslizamientos)
Probabilidad de tsunami (Véase sección referente a inundaciones)
<b>Elaboración de mapas resumen de peligro sísmico sobre las alternativas</b>

Evaluación del peligro de volcanismo	
<b>Evaluación de posibilidad de actividad volcánica</b>	
Posibilidad de explosiones laterales	
Posibilidad del paso de flujos piroclásticos	
Posibilidad del paso de flujos de lava	
Posibilidad de deslizamientos de masas de suelo	
Posibilidad de aluvión	
Posibilidad de contaminación por gases y cenizas	
Posibilidad de emanación de material sólido y particulado	
Posibilidad de inundación por tsunami	
Dimensionamiento del peligro de volcanismo	
Superficie afectada (área de influencia de la acción volcánica)	
Velocidad de los flujos	
Grado de toxicidad de los gases emanados	
Magnitud de movimientos telúricos asociados	
Caracterización de demandas derivadas (derrumbre, inundación, etc.)	
Probabilidad de ocurrencia	
<b>Elaboración de mapas de peligro de volcanismo (microzonificación)</b>	



## Anexo 3.2: Resumen de las alternativas para la protección global de la estructura

El siguiente cuadro presenta, a modo de ejemplo, algunas de las alternativas que pueden utilizarse para la protección global de la estructura.

Alternativas para la protección global de la estructura
<b>Estrategias de protección contra deslizamientos de tierra y aluviones</b>
Contención de taludes y laderas
Incremento de la resistencia del suelo por medio de geotextiles
Abatimiento de masas inestables
Reforestación
Limpieza de los cursos naturales del agua y canalización
Construcción de canales de drenaje
Construcción de terrazas aluvionales
Monitoreo permanente (instrumentación) y sistema de alerta
Otro
<b>Estrategias de protección contra ráfagas de viento</b>
Desarrollar especificaciones técnicas para detallamiento
Reforestación
Monitoreo permanente de las condiciones meteorológicas y sistema de alerta
Otro
<b>Estrategias de protección contra inundaciones</b>
Construcción de barreras de protección en puntos críticos del flujo
Construcción de gaviones a lo largo del flujo
Limpieza de los cursos naturales del agua y canalización
Construcción de canales de drenaje
Revisión y mejoramiento del sistema de recolección de aguas lluvia
Refuerzo adecuado del sistema estructural
Otro
<b>Estrategias de protección sísmica</b>
Mejoramiento de condiciones geotécnicas
Otro
<b>Estrategias de protección contra la actividad volcánica</b>
Monitoreo permanente y sistema de alerta
Otro

# Anexo 3.3

## Formulario: Selección del sitio

### Selección del sitio<sup>1</sup>

#### Información general del establecimiento de salud

Nombre del centro: .....

Servicio de salud: .....

Alternativa de ubicación: .....

#### Amenazas de la naturaleza presentes en la alternativa:

Amenaza	Información disponible		Nivel de peligro		Estudio requerido	
	Suficiente	Insuficiente	Alto	Bajo	Detallado	Básico
Deslizamiento de masas de suelo						
Sismo						
Volcanismo						
Inundación						
Huracán						

#### Especialistas requeridos para los estudios de amenazas:

Urbanistas	
Topógrafos	
Geólogos	
Mecánicos de suelos	
Meteorólogos	
Hidrólogos	

Ing. hidráulicos	
Sismólogos	
Ing. viento / Esp. hidrodinámica	
Ing. sísmicos	
Ing. estructurales	
Volcanólogos	

#### Otros aspectos por considerar en la selección del sitio:

Cercanía a:	Sí	No
Industrias		
Plantas químicas		
Refinerías		
Centros de procesamiento		
Instalaciones militares		

	Sí	No
Rellenos sanitarios		
Aeropuertos		
Rutas de transporte		
Gasolineras		
Otro		

#### Características de las amenazas <sup>2</sup>

##### Deslizamiento de tierra

Superficie afectada y volumen desplazado: .....

Velocidad del deslizamiento: .....

Factores de seguridad al deslizamiento: .....

Probabilidad de ocurrencia: .....

Posibilidad de control: Sí  No

Continúa



## Formulario Selección del sitio<sup>1</sup> (continuación)

### Aluviones

Superficie afectada y volumen desplazado: .....

Velocidad del deslizamiento: .....

Probabilidad de ocurrencia: .....

Posibilidad de control:    Sí             No

### Características de las amenazas <sup>2</sup>

#### Viento fuerte

Probabilidad de ocurrencia: .....

Posibilidad de control:    Sí             No

#### Inundación

Superficie afectada: .....

Altura de la inundación: .....

Velocidad del flujo: .....

Probabilidad de ocurrencia: .....

#### Sismo

Espectro de diseño .....

Consecuencias geotécnicas directas: .....

(Descripción) .....

#### Otro

(Descripción) .....

Posibilidad de control:    Sí             No

### Costos aproximados para implementar sistemas de protección (US\$):

Deslizamiento	-----	+
Sismo	-----	+
Volcanismo	-----	+
Inundación	-----	+
Viento fuerte	-----	+
Otros	-----	+
Total	-----	=

- Notas: 1 Se deberá completar un cuadro similar por cada alternativa de emplazamiento considerada. Este cuadro complementa la selección del sitio desde el punto de vista sanitario, urbanístico, accesibilidad, servicios básicos, topográficos, geotécnicos, legales y económicos.
- 2 El equipo de especialistas a cargo de la evaluación de las amenazas deberá informar al director y al equipo coordinador las características de los fenómenos naturales que pueden afectar la alternativa.



USO COMPLETO DE LA PLANTA DE LA BARRIO DE LA  
ACTUALIDAD TECNOLÓGICA EQUIPAMIENTO DE LA  
ACIONAL SANTA TERESA