SERIE **ESPACIOS PÚBLICOS URBANOS**

GUÍA DE REFERENCIA PARA SISTEMAS DE EVACUACIÓN COMUNALES POR TSUNAMI

MANUAL PRÁCTICO DE PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN

VERSIÓN OCTUBRE 2017

Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Gobierno de Chile

ONEMI
Ministerio del Interior y Seguridad Pública
Gobierno de Chile

GUÍA DE REFERENCIA PARA SISTEMAS DE EVACUACIÓN COMUNALES POR TSUNAMI

VERSIÓN N° 1 - OCTUBRE 2017

TODOS POR CHILE

Gobierno de Chile

Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Gobierno de Chile

Ministerio de Energía
Gobierno de Chile

Ministerio de Desarrollo Social
Gobierno de Chile

ONEMI
Ministerio del Interior y Seguridad Pública
Gobierno de Chile

SUBDERE
Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo
Gobierno de Chile

CIGIDEN

Antofagasta, Región de Antofagasta
Banco de imágenes Ditec

FRIDO
CAFÉ DE GE
FRIDO
NESCAFÉ
UNOS
Sierra Gorda
Baquedano
Antofagasta
573 Km
Copiapó

Bajo licencia Creative Commons:
Se permite la redistribución de este contenido, siempre y cuando se reconozca al autor de la obra, no se haga uso comercial y no se ejecuten obras derivadas.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile
Santiago, octubre 2017

Colección: Monografías y Ensayos
Serie: Espacios Públicos Urbanos, **ISBN:** 978-956-9432-16-3
Título: Vol. 6 Guía de Referencia para Sistemas de Evacuación Comunales por Tsunami
ISBN: 978-956-9432-68-2 **CDU:** 711.41:550.348.436

Autores: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Ministerio de Energía, Oficina Nacional de Emergencias, Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales

Redacción y coordinación editorial: Claudia Galaz (Ditec), Oscar Gutiérrez (Minvu), Gustavo Vicentini (Onemi), Loreto Tamburini y Rosario Walker (Cigiden)

Corrección de estilo: Miriam Díaz, Jorge Silva y Gonzalo Valero (Minvu)
Diseño y diagramación: Jennifer Cofré y Alejandro Sante (Minvu)
Impresión: A Impresores S.A.
Fotografía de portada: Loreto Tamburini (Cigiden)

Colaboradores:
Onemi: Juan Claudio Aldea, Cecilia Díaz, Fernando Díaz, Leonardo Espinoza, Rodrigo Espinoza, Óscar Heen, Andrés Ibaceta, Luis Jiménez, Margarita Martínez, Omar Muñoz, Víctor Orellana, Juan Piedra, Andrea Rivera, Sebastián Sánchez, Natalia Silva, Helia Vargas, Gustavo Vicentini y Jean Marie Walker
Minenergía: Óscar Álamos y Rafael Calderón
Minvu: Antonio Fritis, Claudia Galaz, Óscar Gutiérrez, Pablo Morán y Joel Prieto
Subdere: Rodrigo Caucoto, Rossana Espinoza y Gloria Quiroga
MDS: Viviana Espinoza y Jenisse Fauné
Cigiden: Roberto Moris, Loreto Tamburini y Rosario Walker

CONTENIDOS

PRESENTACIÓN 17

DEFINICIONES 27

CAPÍTULO 1: PLANIFICACIÓN 35

1.1 DEFINIR EL ALCANCE GEOGRÁFICO 36
1.2 PLANIFICAR LOS PUNTOS DE ENCUENTRO 38
1.3 PLANIFICAR LAS VÍAS DE EVACUACIÓN 45
1.4 CALCULAR LOS TIEMPOS DE EVACUACIÓN 48
1.5 REPLANTEO DE LAS VÍAS DE EVACUACIÓN, PUNTOS DE ENCUENTRO Y SUBÁREAS DE EVACUACIÓN 53

CAPÍTULO 2: IMPLEMENTACIÓN 59

2.1 IMPLEMENTAR LOS PUNTOS DE ENCUENTRO 60
2.2 IMPLEMENTAR LAS VÍAS DE EVACUACIÓN 63

CAPÍTULO 3: INCORPORACIÓN EN EL PLAN DE EMERGENCIA COMUNAL POR VARIABLE DE RIESGO DE TSUNAMI 69

3.1 ÉNFASIS EN EL PLAN DE EMERGENCIA COMUNAL POR VARIABLE DE RIESGO DE TSUNAMI 70

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍAS PARA CÁLCULO DE ANCHOS DE VÍAS Y TIEMPOS DE EVACUACIÓN 77

4.1 CÁLCULO DEL ANCHO MÍNIMO PARA CADA VÍA DE EVACUACIÓN 78

4.2 METODOLOGÍAS EXPANDIDAS PARA EL CÁLCULO DE TIEMPOS DE EVACUACIÓN 80

ANEXOS **97**

ANEXO 1: INFORMACIÓN Y REQUISITOS DE POSTULACIÓN A PROGRAMAS 98

ANEXO 2: VALORES REFERENCIALES 117

ANEXO 3: TIPOLOGÍAS PARA SEÑALÉTICA VERTICAL DE VÍAS DE EVACUACIÓN Y PUNTOS DE ENCUENTRO 124

ANEXO 4: DEFINICIÓN DE PROYECTOS PARA ILUMINACIÓN DE PUNTOS DE ENCUENTRO Y VÍAS DE EVACUACIÓN 131

ANEXO 5: ACCEDER "METODOLOGÍA BÁSICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA" 138

ANEXO 6: GUÍA PRÁCTICA PARA LA EJECUCIÓN DE SIMULACROS 142

BIBLIOGRAFÍA **147**

AVANZANDO EN LA CONSTRUCCIÓN DE TERRITORIOS MÁS SEGUROS

Tras la tragedia del 27 de febrero del 2010 provocada por el terremoto y posterior tsunami que afectó a las costas del país, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) comenzó a trabajar fuertemente en estrategias de mitigación y reducción de riesgos de desastres (RRD) y posterior reconstrucción, con un marcado énfasis en la interacción de la comunidad y el Estado. Para ello alineó bajo el Marco de Acción de Sendai, la Política Nacional de Desarrollo Urbano y de Gestión del Riesgo de Desastres, promoviendo así la integración de la gestión de riesgos y sus mitigaciones en los instrumentos de planificación territorial de las diferentes escalas urbanas.

Todo proceso de reconstrucción es complejo y hay un tema que no podemos obviar: reconstruir no es sólo reponer lo que existía en iguales condiciones urbanas, sino también es educar y mejorar física y socialmente los territorios para minimizar los futuros riesgos y avanzar en la construcción de comunidades más resilientes.

Por ello, junto con la Oficina Nacional de Emergencia (Onemi), hemos trabajado en barrios del Programa "Quiero Mi Barrio", donde incorporamos conceptos de reducción de riesgos de desastres en los Planes Maestros, para generar medidas de prevención y mitigación de tipo físico y social. Por otra parte, como Minvu participamos en diversas instancias de formulación de políticas públicas, propuestas y coordinación intersectorial en relación con la gestión del riesgo de desastres.

Sabemos que tenemos mucho que avanzar como país en materia de planificación urbana y gestión del riesgo, pero cada iniciativa y proyecto es un aporte para la construcción de territorios urbanos mejor preparados ante emergencias y desastres de todo tipo.

En este contexto, y en un esfuerzo conjunto con la Onemi, la Subdere, los Ministerios de Energía y de Desarrollo Social, y el aporte del Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (Cigiden), hemos avanzado hacia la creación de la primera "Guía de Referencia para Sistemas de Evacuación Comunales por Tsunami".

Este documento constituye una herramienta de fácil aplicación que permitirá a las municipalidades costeras del país diseñar eficientemente sus sistemas de evacuación en caso de tsunami, aplicando metodologías que permiten determinar la población expuesta y el establecimiento de una red de vías de evacuación que posibilite su traslado oportuno y seguro hacia puntos de encuentro ubicados en sectores fuera de amenazas.

Asimismo, esta guía permite definir un estándar constructivo y de seguridad mínimo validado por el Ministerio de Desarrollo Social, lo que facilita la planificación de infraestructura de evacuación en concordancia con los presupuestos regionales y locales.

Esta guía está diseñada para ser utilizada por los jefes de Emergencia y los directores de Obras de cada municipio, quienes serán los encargados de diseñar los planes y de levantar iniciativas.

Construir territorios más seguros es responsabilidad del Estado y una tarea que nos involucra a todas y todos. Para ello debemos trabajar colaborativamente en todos los ámbitos y escalas de la administración, involucrando especialmente a la sociedad civil en la construcción de ciudades que se desarrollen con más equidad y seguridad, generando así comunidades más resilientes.

Paulina Saball Astaburuaga
Ministra de Vivienda y Urbanismo

HACIA UN PAÍS MEJOR PREPARADO ANTE EMERGENCIAS

Las características geomorfológicas de Chile favorecen que gran parte de su territorio esté expuesto a múltiples amenazas, las cuales, al detonar sobre vulnerabilidades existentes, generan desastres con gran impacto en las personas, los bienes y el medioambiente. Sin embargo, esta condición física, más que una limitante ha sido un desafío para mejorar nuestros estándares y estrategias de planificación de las ciudades y la construcción del hábitat.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo, como organismo altamente técnico, impulsa las condiciones normativas y aspectos tecnológicos para la construcción de ciudades y comunidades seguras, a través de la planificación territorial, inversión en obras de mitigación, un alto estándar de calidad de la edificación e incorporación de nuevos requerimientos. Sin embargo, este ministerio también tiene un importante perfil social, que permite que los ciudadanos, comunidades y personas tengan un rol y participación significativos, ya que la construcción de ciudades seguras y resilientes se debe realizar con la participación de toda la comunidad.

El presente documento ha sido diseñado para ser utilizado en los municipios con bordes costeros, como una guía de referencia para planificar y/o replantear sus actuales sistemas de evacuación por tsunami y para la habilitación de las obras y elementos que componen dichos sistemas, definiendo para ello condiciones mínimas, deseables, ideales y no deseables que sean homogéneas a nivel nacional.

Por otra parte, esperamos que esta publicación sea un aporte para la concientización del riesgo en el conjunto de la sociedad y en todos los niveles, especialmente desde lo local, dado que ello es tanto o más importante que las medidas estructurales que se puedan implementar, ya que mientras mayor sea la sensibilización, conocimiento y preparación transversal e integrada, podremos reducir en conjunto las vulnerabilidades y prepararnos para responder eficazmente, con énfasis en el resguardo de la vida.

Jocelyn Figueroa Yousef
Jefa División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional

Pablo Contrucci Lira
Jefe División de Desarrollo Urbano

ESTAR PREPARADOS ES TAREA DE TODOS

El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, de Naciones Unidas, establece entre sus principios rectores que la reducción y la gestión del riesgo de desastres dependen de los mecanismos de coordinación entre todos los sectores involucrados, requiriendo la plena participación de las instituciones ejecutivas y legislativas del Estado a nivel nacional y local, junto con una articulación clara de las responsabilidades de los actores públicos y privados, incluidas las empresas, el sector académico y las comunidades, para asegurar la interacción, la comunicación mutua, la cooperación y la complementariedad de funciones para la reducción del riesgo.

En este contexto, hoy presentamos la "Guía de Referencia para Sistemas de Evacuación Comunales por Tsunami", documento que representa una innovación a nivel internacional en esta materia, generado a través del trabajo colaborativo entre distintas instituciones del Estado y la academia, y que busca abordar el complejo escenario de esta amenaza de manera integral y coordinada.

El presente documento busca ser una guía referencial que permita a los municipios costeros planificar y/o evaluar sus actuales sistemas de evacuación por tsunami (se entienden los sistemas de evacuación como el conjunto de elementos que permiten la evacuación horizontal o vertical de la población ante una alerta o alarma de tsunami) y facilitar la implementación de obras y elementos que componen dicho ámbito, definiendo para

ello condiciones mínimas, deseables y no deseables, además de homogéneas a nivel nacional.

Esta guía abarca la planificación de los sistemas de evacuación a través de una metodología cuya aplicación ayudará a verificar su pertinencia y efectividad. Junto con ello define los estándares de implementación para la habilitación de las vías de evacuación y puntos de encuentro, y finalmente establece recomendaciones para la incorporación de estos aspectos en el Plan de Emergencia Comunal por variable de riesgo de tsunami.

En consecuencia, su publicación, difusión y aplicación constituye un importante avance hacia la generación y consolidación de una cultura preventiva a nivel local, mediante un trabajo intersectorial, transversal e integrado.

Estar preparados, es una tarea de todos.

Ricardo Toro Tassara
Director Nacional
Oficina Nacional de Emergencia
del Ministerio del Interior y Seguridad Pública

Valparaíso, Región de Valparaíso
Banco de imágenes Ditec

PRESENTACIÓN

IMPORTANCIA

Se entenderá por sistema de evacuación al conjunto de elementos que permiten la evacuación horizontal o vertical de la población ante una alerta o alarma de tsunami, compuesto por vías de evacuación, zonas seguras y puntos de encuentro.

La correcta planificación e implementación de los sistemas de evacuación permitirán, frente a la ocurrencia de una alerta o alarma de tsunami, contribuir a guiar, a lo largo de vías de evacuación, a la mayor cantidad de población posible, desde una zona de amenaza hasta una zona segura a tiempo y, de esta forma, salvar el mayor número de vidas posible.

Esta guía de referencia define condiciones mínimas y estandarizadas para los sistemas de evacuación por tsunami a nivel nacional.

ALCANCE

El presente documento es un instrumento de carácter referencial, que busca articular acciones municipales e intersectoriales para reforzar las coordinaciones y condiciones para la evacuación de la población expuesta a la amenaza de tsunami en las diversas localidades costeras del país.

MISIÓN

Reforzar las acciones y condiciones de seguridad a nivel local frente a la amenaza de tsunami, de manera de contribuir a una cultura de autocuidado y a una coordinación de la evacuación integrada, estandarizada y sostenida, como sigue:

Integrada: Insta a que diferentes actores participen de la elaboración de las herramientas de gestión.

Estandarizada: Cumple con estándares mínimos definidos por las instituciones técnicas correspondientes.

Sostenida: Insta a que los municipios, organismos e instituciones actualicen periódicamente sus herramientas de gestión.

OBJETIVO GENERAL

Definir pasos prácticos para la planificación y estándares para la habilitación de los componentes del sistema de evacuación, a incorporar en el Plan de Emergencia Comunal por variable de riesgo de tsunami.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

I. Entregar una guía de referencia a los municipios, cuya aplicación e implementación posibilite la evacuación de la población por alerta o alarma de tsunami, en un tiempo, idealmente, no superior a 15 minutos.

II. Establecer una metodología para la planificación, revisión y replanteamiento de los sistemas de evacuación por tsunami.

III. Definir requerimientos para la implementación de los sistemas de evacuación por tsunami que sirvan como estandarización, tanto para los municipios formuladores, como para los organismos de evaluación.

IV. Entregar una referencia para la coordinación de acciones y la comunicación con la población antes, durante y después de un proceso de evacuación, a través de un Plan de Emergencia Comunal por variable de riesgo de tsunami.

APLICACIÓN

El presente documento ha sido desarrollado para ser aplicado por cada municipio a modo de guía de referencia para la planificación y/o replanteamiento de su sistema de evacuación por tsunami, para luego implementar los requerimientos definidos para cada uno de los componentes del sistema de evacuación, a través de la coordinación intersectorial en el caso de protocolos o planes, y a través de la postulación y/o ejecución de proyectos para el caso de obras físicas.

Posibilidades de implementación y financiamiento

Se espera que el municipio, tomando como referencia la presente guía, evalúe, planifique y/o replantee su actual sistema de evacuación, mejorándolo de ser necesario, y habilitándolo de acuerdo con los requerimientos sugeridos en el presente documento.

Sin perjuicio de lo anterior, si algún municipio con localidades costeras no pudiese materializar alguna de las acciones referidas en el corto plazo, será de suma importancia la implementación de medidas transitorias para mejorar las condiciones de evacuación de la población expuesta a amenaza de tsunami, independientemente de las capacidades de gestión y asignación de recursos disponibles.

Un análisis exhaustivo de la presente guía de referencia permitirá a cada municipio diseñar su sistema de evacuación ante la amenaza de tsunami e implementarlo en relación con su propia capacidad de gestión y disponibilidad de recursos humanos y financieros, atendiendo a las siguientes consideraciones:

I. Definición de las competencias y disponibilidad municipal de recursos (humanos, equipos, software, etc).

II. Identificación del presupuesto disponible para la planificación e implementación del sistema de evacuación.

III. Evaluación de las posibilidades de financiamiento de cada una de las etapas asociadas.

IV. Evaluación de la información disponible, relativa a amenazas y vulnerabilidades existentes en la comuna.

Tabla 1: Alternativas de financiamiento

ETAPA	DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE FINANCIAMIENTO[1]
ESTUDIO	Recopilación de información base, como los planos de evacuación ante tsunami elaborados por el municipio con el apoyo técnico de Onemi y cartas de inundación por tsunami elaboradas por SHOA, entre otras. Recopilación y levantamiento de información territorial respecto a la amenaza de tsunami[2], capacidades y vulnerabilidades. Por otra parte, levantamiento del actual sistema de evacuación, definición de las subáreas de evacuación, identificación de posibles puntos de encuentro y vías de evacuación, evaluación de los puntos de encuentro y vías de evacuación actuales y posibles, cálculo y modelación de tiempos de evacuación, propuestas de cambio y/o mejoramiento de vías de evacuación y puntos de encuentro.	**1.** Recursos municipales **2.** Recursos regionales **3.** Recursos sectoriales **4.** Recursos privados **5.** Programa de Prevención y Mitigación de Riesgos (Premir), Subdere
DISEÑO	Realización de diseño que entregue los estudios de suelo e ingeniería previos, planimetría, memorias de cálculo, especificaciones técnicas, términos de referencia, desglose de tareas y partidas, presupuestos detallados y toda la información requerida para la ejecución de las obras.	**1.** Recursos municipales **2.** Recursos regionales **3.** Recursos sectoriales **4.** Recursos privados **5.** Programa de Planes Urbanos Estratégicos (PUE), Minvu
EJECUCIÓN	Ejecución de las obras civiles y de equipamiento de los puntos de encuentro y vías de evacuación. Dependiendo del caso, puede incluir demoliciones, movimientos de tierras, obras de pavimentación, obras hidráulicas, señalética y demarcación, iluminación, obras previas y provisorias, y adquisición de equipamiento de emergencia y primeros auxilios.	**1.** Recursos municipales **2.** Recursos regionales **3.** Recursos sectoriales **4.** Recursos privados **5.** Programa de Mejoramiento Urbano (PMU)[3], Subdere

Fuente: *Elaboración propia*

[1] Considera alternativas de iniciativas de inversión tales como estudios, proyectos y/o programas. Para el último caso ver Anexo 1: Información y requisitos de postulación a programas.
[2] Para la realización de estudios de peligro de tsunami se recomienda consultar la metodología del proyecto Satreps "Guía para la Estimación de Peligro de Tsunami", disponible en www.cigiden.cl.
[3] El equipamiento de emergencia y primeros auxilios no empotrado no se encuentra dentro de las posibilidades de financiamiento del programa PMU.

Tabla 2: Roles institucionales

ROL ONEMI[4]	ROL SUBDERE	ROL GOBIERNO REGIONAL[5]	ROL MUNICIPIO[6]
• Apoyo técnico durante la formulación, aprobación y difusión de los sistemas y planes de evacuación implementados. • Organización de simulacros y simulaciones en conjunto con los municipios, para la difusión y evaluación de los planes de evacuación. • Coordinación de los Planes de Emergencia Regional, Provincial y Comunal.	• Alternativa de financiamiento de medidas de gestión, obras de mitigación y equipamientos, mediante Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), Programa de Prevención y Mitigación de Riesgos (Premir), y/o Programa de Mejoramiento Urbano (PMU). • Alternativa de financiamiento de señalética de alta categoría para el sistema de evacuación.	• Alternativa ciamiento (de asesorías, estudios y obras, entre otras) para la planificación y habilitación de sistemas de evacuación comunales. • Apoyar a los municipios en las materias de emergencia abordadas en los instrumentos de planificación aplicables.	• Elaboración y difusión del Plan de Emergencia Comunal por variable de riesgo de tsunami. • Planificación y habilitación del sistema de evacuación. • Preparación y educación de la población. • Mantención del sistema de evacuación. • Gestión de coordinaciones interinstitucionales.

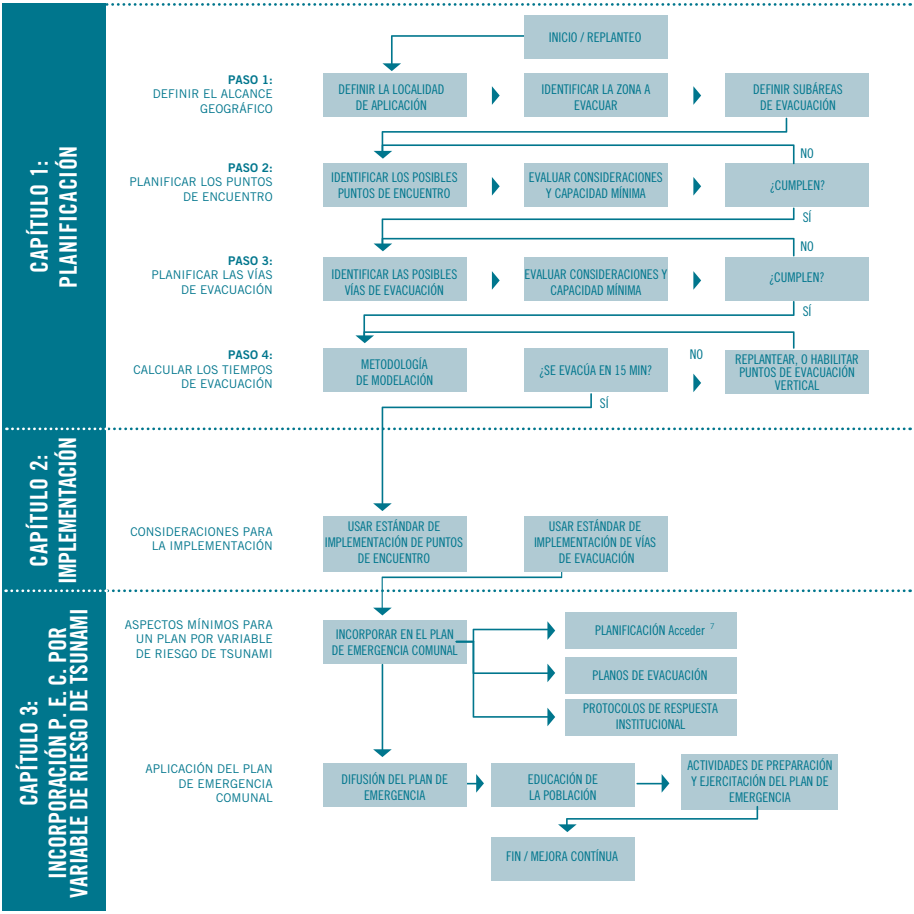
Fuente: *Elaboración propia*

[4] D.L. N° 369 de 1974, crea la Oficina Nacional de Emergencia cuya misión es la planificación, coordinación y ejecución de las acciones destinadas a prevenir o solucionar los problemas derivados de sismos o catástrofes.

[5] Ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional (Ley N° 19.175), asigna al Gobierno Regional la función de adoptar las medidas necesarias para enfrentar situaciones de emergencia o catástrofe en conformidad con la ley y desarrollar programas de prevención y protección ante situaciones de desastre.

[6] Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades (Ley N° 18.695), dispone que éstas pueden desarrollar, directamente o con otros órganos de la Administración del Estado, funciones relacionadas con la prevención de riesgos y la prestación de auxilio en situaciones de emergencia.

Esquema de aplicación



Fuente: *Elaboración propia*

Se recomienda considerar que los pasos indicados no son necesariamente lineales ni consecutivos, pudiendo realizarse algunas actividades en paralelo ajustándose a la realidad local. A modo de ejemplo, no es necesario que las obras de mitigación se encuentren ejecutadas para comenzar la socialización y difusión del Plan de Emergencia.

[7] Acceder: Metodología de Planificación ante emergencias, basada en los conceptos de Alerta y Alarma, Comunicaciones, Coordinación, Evaluación primaria, Decisiones, Evaluación complementaria o secundaria y Readecuación del Plan, de cuya iniciales se conforma el acróstico Acceder.

Equipo de trabajo sugerido

El presente documento ha sido desarrollado para ser aplicado por un equipo de trabajo interdisciplinario, que puede ser fijo o ir variando de acuerdo a los requerimientos específicos de cada una de las etapas. Si bien es preferible contar con profesionales del área de arquitectura, urbanismo o geografía, lo anterior no es requisito ni impide la aplicación de la guía.

Tabla 3: Equipo de trabajo sugerido

ETAPA	EQUIPO MÍNIMO SUGERIDO	MODALIDADES DE TRABAJO SUGERIDAS
CAPÍTULO 1: PLANIFICACIÓN	Comité Comunal de Protección Civil (CCPC): • Profesional de la Dirección de Obras Municipales (si no está incorporado en el CCPC). • Profesional de la Secretaría de Planificación Comunal (si no está incorporado en el CCPC). • Representantes de la comunidad. • Se sugiere solicitar al apoyo técnico de la Dirección Regional de Onemi.	• Estudio del documento. • Reuniones periódicas de coordinación. • Definición de subáreas con base en datos censales y carga de ocupación de edificaciones. • Trabajo de identificación de puntos de encuentro y vías de evacuación con base en información planimétrica y visitas a terreno. • Cálculo de tiempos de evacuación mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) o cálculo manual.
CAPÍTULO 2: IMPLEMENTACIÓN	• Encargado Comunal de Emergencias. • Dirección de Obras Municipales. • Se sugiere solicitar al apoyo técnico de la Dirección Regional de Onemi.	• Reuniones periódicas de coordinación. • Coordinación y seguimiento periódico de los procesos de diseño y ejecución de las obras asociadas.
CAPÍTULO 3: INCORPORACIÓN EN EL PLAN DE EMERGENCIA COMUNAL	Comité Comunal de Protección Civil: • Profesional de la Secretaría de Planificación Comunal (si no está incorporado en el CCPC). • Representantes de la comunidad (si no están incorporados en el CCPC). • Se sugiere solicitar el apoyo técnico de la Dirección Regional de Onemi.	• Incorporación en el Plan de Emergencia Comunal por parte del Comité Comunal de Protección Civil. • Reuniones periódicas de coordinación. • Planificación y ejecución de campañas de difusión. • Planificación y ejecución de actividades de ejercitación y simulación.

Fuente: *Elaboración propia*

Marco conceptual y legal

- **Decreto N° 104 de 1997**, que refunde el Título I de la Ley N°16.282 de 1965, y fija disposiciones permanentes para casos de sismos o catástrofes. Permite al Presidente de la República declarar, mediante decreto fundado, una zona afectada por catástrofe, señalando las comunas que hayan sido afectadas.

- **Decreto de Ley N° 369 de 1974**, que crea la Oficina Nacional de Emergencia (Onemi), cuya misión es la planificación, coordinación y ejecución de las acciones destinadas a prevenir o solucionar los problemas derivados de sismos o catástrofes.

- **Decreto Supremo N° 509 de 1983**, que establece el reglamento para la aplicación del Decreto de Ley N° 369 de 1974, que crea la Oficina Nacional de Emergencia (Onemi).

- **Ley N° 18.415 de 1985**, Orgánica Constitucional sobre Estados de Excepción Constitucional.

- **Decreto N° 156 de 2002**, que aprueba el Plan Nacional de Protección Civil y establece la planificación Acceder para el manejo de emergencias y desastres, junto con los aspectos de responsabilidad y coordinación de cada nivel administrativo ante situaciones de emergencias.

- **Ley N° 19.175 de 2005**, Ley Orgánica Constitucional sobre Gobierno y Administración Regional, que asigna al gobierno regional la función de adoptar las medidas necesarias para enfrentar situaciones de emergencia o catástrofe en conformidad con la ley y desarrollar programas de prevención y protección ante situaciones de desastre.

- **Ley Nº 18.695 de 2006**, Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, que dispone que éstas pueden desarrollar directamente, o con otros órganos de la administración del Estado, funciones relacionadas con la prevención de riesgos y la prestación de auxilio en situaciones de emergencia.

Iquique, Región de Tarapacá
CIGIDEN - Fondecyt 1141187

DEFINICIONES

REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES (RRD)

I. **Riesgo[1]:** La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Puede estimarse mediante el cálculo de daños y pérdidas esperables. Se entiende como riesgo de desastres a las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro.

II. **Amenaza[1]:** Fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos en la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

III. **Vulnerabilidad[1]:** Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza.

IV. **Mitigación[2]:** Disminución o limitación de los impactos adversos de las amenazas y desastres afines.

V. **Obras de mitigación[2]:** Acciones físicas ejecutadas en el territorio, enfocadas en disminuir el impacto de la amenaza de tsunami en la población y sus bienes.

VI. **Estudio de riesgo (o evaluación del riesgo)[1]:** Metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo, a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad existentes, que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.

TSUNAMI

I. **Tsunami[3]:** También conocido como maremoto, es una serie de ondas de longitud y períodos largos, que se producen cuando una gran masa de agua es desplazada de manera repentina. Un tsunami puede tener hasta 10 o más ondas destructivas en un lapso de hasta 12 horas.

---

[1] UNISDR. Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. 2009. Disponible en www.eird.org

[2] Política Nacional para la Gestión de Riesgo de Desastres. Santiago: Onemi. 2014. Disponible en: www.onemi.cl

[3] Mesa técnica interinstitucional de recomendaciones para la preparación y respuesta ante tsunamis. Recomendaciones para la preparación y respuesta ante tsunamis. Santiago: Onemi. 2014. Disponible en: www.onemi.cl

II. **Alarma de tsunami[3],[4]:** Cuando existe un peligro inminente de tsunami para las costas de Chile. El período durante el que se extiende una alarma de tsunami puede tener una extensión variable. No es recomendable volver a los lugares potencialmente amenazados hasta que una autoridad responsable indique que el peligro ha terminado.

III. **Alerta de tsunami[3]:** Cuando existe una alta probabilidad de ocurrencia de un tsunami para las costas de Chile.

IV. **Zona de amenaza de tsunami[3]:** Lugar que podría verse afectado por un tsunami. Está comprendida entre la línea de costa y la línea de seguridad.

V. **Zona de precaución[5]:** Franja del territorio que comprende los terrenos de, al menos, 80 metros de ancho, medidos desde la línea de la costa –o desde la ribera en los ríos, o la extensión de la playa misma–, hasta el muro de contención, costaneras o caminos. Asimismo, se considerará la playa y el fondo de mar o río que haya sido rellenado artificialmente por obras de contención que permitan asegurar su resistencia a la acción del tiempo y de las aguas.

VI. **Zona segura (o zona de seguridad ante tsunami)[3]:** Lugar que se encuentra sobre la línea de seguridad definida por el municipio y que debe estar claramente señalizada en los planos de evacuación por tsunami y en el terreno.

VII. **Línea de seguridad[3]:** Es una línea demarcada en los planos de evacuación que limita una zona de seguridad ante tsunami y que se encuentra por sobre el área de inundación o zona de amenaza. Esta línea es determinada por cada municipio.

PREPARACIÓN Y RESPUESTA

I. **Alarma[6]:** Ocurrido un evento destructivo, éste debe ser de conocimiento de un organismo o institución responsable de atender ese tipo de situaciones. Mientras no se reciba el aviso correspondiente, no existe ninguna posibilidad de dar respuesta oportuna. Por lo tanto, los sistemas de atención y aviso de la

[4] Tsunamis - Las Grandes Olas, edición 2001. Impreso y publicado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. Disponible en www.shoa.cl

[5] Protocolo Onemi – SHOA para evento de Tsunami en las costas de Chile, Diciembre 2015.

[6] Plan Nacional de Protección Civil. Santiago: Onemi. 2012. Disponible en www.onemi.cl

ocurrencia de emergencias deben ser muy conocidos por la comunidad para que ésta las comunique oportunamente al organismo responsable.

II. **Alerta[6]:** En su fase temprana, es un estado de vigilancia y atención permanente, a la vez que pasa a ser un estado declarado cuando se advierte la probable y cercana ocurrencia de un evento adverso, esto con el fin de tomar precauciones específicas. La declaración de alerta debe ser: clara, comprensible y accesible, vale decir, difundida por el máximo de medios; además debe ser, sin demora puesto que cualquier retardo puede sugerir que el evento no es ni probable ni cercano; consistente con lo anterior, la alerta debe ser coherente y sin contradicciones, así como también debe tener carácter oficial, es decir, proceder de fuentes autorizadas.

III. **Simulación[7]:** Ejercicio de manejo de información para la toma de decisiones, el adiestramiento y la evaluación, basado en un supuesto desastre ocurrido en un lugar y tiempo específicos.

IV. **Simulacro[7]:** Ejercicio de ejecución de acciones previamente planeadas para enfrentar una supuesta emergencia o desastre.

V. **Plan de emergencia[8]:** Instrumento que, con una perspectiva multiamenaza, contiene de manera ordenada y organizada, acciones, procedimientos, roles, funciones, recursos humanos, técnicos, materiales y financieros que se utilizarán en la respuesta frente a una situación de emergencia, desastre o catástrofe, utilizando como base la metodología Acceder. El Plan de Emergencia a nivel local será más específico y operativo, a diferencia del Plan Nacional, que presenta un énfasis más indicativo y general. Además, se debe considerar que estos planes de emergencia se complementan mediante los planes específicos y planes de contingencia.

VI. **Plan de emergencia específico por variable de riesgo[8]:** Instrumento que contiene, de manera ordenada y organizada, acciones, procedimientos, roles, funciones, recursos humanos, técnicos, materiales y financieros que se utilizarán en la respuesta frente a una situación de emergencia, desastre o catástrofe, derivada de una variable específica y conocida, con antecedentes que la caracterizan y distinguen de otros eventos. Debe considerar como parte esencial la etapa o proceso de evacuación.

---

[7] EIRD, Curso de Seguridad Escolar para Casos de Emergencia, UNIDAD V, LECCIÓN 9. Disponible en: shoa.cl

[8] Mapa Estrategico de Planes para la Gestión del Riesgo de Desastres. Onemi. 2016

VII. **Plan de contingencia[8]:** Se emplea y define como una herramienta complementaria de una planificación operativa, especialmente en los planes de emergencia, como mecanismo de solución alternativa o reforzamiento al plan respectivo y no contemplado previamente en él. Estos planes se vinculan a eventos, emergencias o incidentes específicos, estableciendo procedimientos operativos, de acuerdo con la amplitud y cobertura definida, como referencia directa para los organismos que participan de la respuesta.

VIII. **Protocolo[9]:** Documento que establece reglas y describe una secuencia de acciones y/o procesos para el adecuado logro de un objetivo, fijando un procedimiento. La finalidad del protocolo radica en la definición de las acciones y los responsables de cada una de ellas, estableciendo, además, un lenguaje común que permita una mejor comprensión de los procesos y ejecución acorde. Por la naturaleza del documento, no tiene una fecha de término pero se deben establecer claramente los mecanismos de evaluación para la mejora de ellos.

EVACUACIÓN

I. **Evacuación preventiva:** Instrucción impartida por Onemi, que se aplica frente a la amenaza de tsunami, ante la ocurrencia de un sismo de mayor intensidad en áreas costeras del país y sin que exista evaluación aún del Sistema Nacional de Alerta de Maremotos (SNAM). Establecida una evacuación preventiva, la comunidad ubicada en zona de amenaza de tsunami debe ejecutar el Plan de Evacuación y procurar resguardo en la zona de seguridad.

II. **Autoevacuación[3]:** Ejecución del Plan de Evacuación cuando se perciben los signos de la naturaleza que indican que un tsunami podría producirse (Ej.: Sismo que dificulta mantenerse en pie o con una duración mayor o igual a 30 segundos). Se realiza sin que medie un aviso oficial de alerta o alarma de tsunami por parte de las autoridades.

III. **Evacuación horizontal[3]:** Es la acción de trasladarse a una zona de seguridad en terrenos altos. La evacuación horizontal debe ser siempre la primera opción.

IV. **Evacuación vertical[3]:** Es la acción de subir a los pisos superiores de edificios, preferentemente de ocho pisos o más. La recomendación es que la evacuación vertical sea considerada como segunda opción.

[9] Procedimiento operacional del Sistema de Gestión de Emergencias: Gestión de Acuerdos Asociativos.

V. **Vía de evacuación[3]:** Es una ruta desde un punto de la zona de amenaza de tsunami hasta la zona de seguridad, definida por cada municipio en los planos de seguridad.

VI. **Puntos de encuentro[3]:** Son lugares ubicados en una zona de seguridad ante tsunami, que sirven como referencia para encontrar a personas separadas ante un evento de tsunami y son establecidos por cada municipio.

VII. **Plano de evacuación por tsunami:** Corresponde a la cartografía de una localidad costera poblada, que incluye, como elementos principales, la zona de amenaza de tsunami, las vías de evacuación, la línea de seguridad y los puntos de encuentro en zona de seguridad, además de calles y otros elementos geográficos reconocidos. Estos planos constituyen la información necesaria para realizar una adecuada evacuación de la ciudadanía, como también para ejercitar mediante simulacros, los planes de evacuación respectivos.

VIII. **Sistema de evacuación por tsunami:** Se entenderá en el presente documento como el conjunto de elementos que permiten la evacuación horizontal o vertical de la población ante una alerta o alarma de tsunami, compuesto por:

- Vías de evacuación
- Zona segura
- Puntos de encuentro

IX. **Subáreas de evacuación:** En el presente documento se entenderá como el sector de una zona de amenaza comprendido por un punto de encuentro (o más puntos adyacentes) y las vías de evacuación que se dirigen hacia él. Estará delimitada por la superficie dentro de la cual las personas debieran evacuar hacia ese mismo punto (o puntos) de encuentro.

Viña del Mar, Región de Valparaíso
Cigiden

CAPÍTULO 1
PLANIFICACIÓN

1.1 DEFINIR EL ALCANCE GEOGRÁFICO

1.1.1 Definir la localidad de aplicación

Se sugiere definir claramente la localidad en la cual se quiere realizar la planificación. Es importante identificar los límites territoriales de la localidad de aplicación, en atención a la localización de la población residente y flotante, tanto actual como proyectada. Se recomienda que cada localidad tenga una planificación independiente.

1.1.2 Identificar la zona a evacuar por amenaza de tsunami

La zona a evacuar por amenaza de tsunami es el área que puede verse afectada por un evento de este tipo, y está comprendida entre la línea de costa y la línea de seguridad, ubicada sobre los 30 metros sobre el nivel del mar (msnm). Esta debe estar expresada en los planos de evacuación.

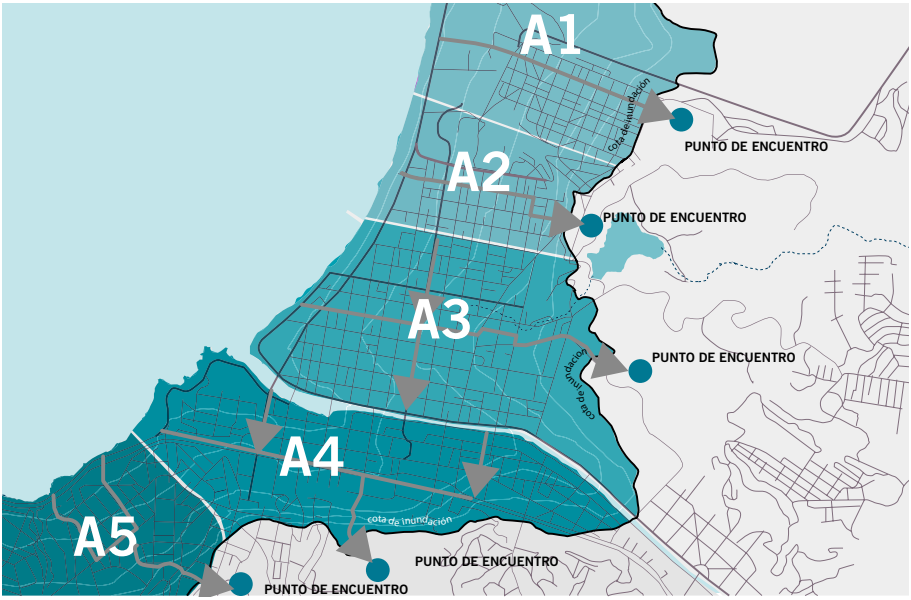
Se recomienda recopilar todos los antecedentes e información disponibles de estudios de riesgo donde esté comprendida la zona de amenaza de tsunami de la localidad de aplicación, y todos los antecedentes e información disponibles en los estudios de amenazas y planos de evacuación donde se defina la zona de evacuación por amenaza de tsunami. Los planos de evacuación pueden consultarse y descargarse desde el sitio www.onemi.cl

Si no existen planos de evacuación, se recomienda al municipio solicitar apoyo de la Dirección Regional de Onemi para su confección. En cualquier caso, la zona a evacuar debe definirse como el área ubicada bajo la cota de 30 msnm. Para una mayor claridad y facilidad de implementación, se recomienda al municipio ubicar los bordes del área a evacuar en los ejes de calles ubicadas por sobre la cota de 30 msnm, considerando una franja de seguridad sugerida de, al menos, dos cuadras, para permitir el paso de vehículos de emergencia y evitar embotellamientos de la población evacuada.

1.1.3 Definir las subáreas de evacuación

Se entenderá como una subárea de evacuación a un sector del área total a evacuar desde el cual las personas pueden desplazarse –a través de una o más vías de evacuación–, hacia un punto de encuentro (o más puntos de encuentro adyacentes). Tomando en consideración el plano de evacuación vigente (aplicado en los simulacros de evacuación de borde costero organizados por Onemi) para la localidad en estudio, se recomienda separar la zona de amenaza en subáreas de evacuación. En caso que dos o más puntos de encuentro se ubiquen a una cuadra de distancia o menos, se sugiere considerarlos dentro de la misma subárea de evacuación.

Ilustarción 1: Ejemplo de definición de subáreas de evacuación.



Fuente: *Elaboración propia*

Esta división de la zona de amenaza en subáreas permite calcular la carga de ocupación y las dimensiones necesarias para cada una de las vías de evacuación y puntos de encuentro, de modo de asegurar que todas las personas de cada subárea puedan desplazarse expeditamente por las vías de evacuación hasta la zona segura y congregarse en el punto de encuentro correspondiente.

Se sugiere tener en consideración que la distancia a recorrer por una persona desde la línea de costa a través de las vías de evacuación y hasta la zona segura, idealmente, no debiese ser de más de 1.000 metros[1].

[1] En 15 minutos una persona podría recorrer caminando un promedio de 1.120 metros, si el terreno no tiene más de 5,6 grados de pendiente.

1.2 PLANIFICAR LOS PUNTOS DE ENCUENTRO

1.2.1 Actividades que debieran realizarse en un punto de encuentro

I. **Conteo de personas:** La evacuación es una acción rápida ante un evento súbito, por ello, una vez en el punto de encuentro, es necesaria una reorganización de los grupos de evacuados. Los líderes de cada grupo evacuado deben realizar el conteo de los miembros que componen su grupo. Por ejemplo, los profesores deben contar a sus alumnos y corroborar si los que llegaron al punto de encuentro son los mismos que asistieron ese día a clases.

II. **Reencuentro familiar:** Los puntos de encuentro son espacios que facilitan el reencuentro de las familias que durante el evento estuvieron separadas.

III. **Respuesta médica y asistencia psicológica:** El punto de encuentro es un lugar para llevar a cabo atenciones médicas y de asistencia psicológica (contención) a heridos, afectados y damnificados por el evento.

IV. **Organización de la comunidad:** El punto de encuentro permite que la comunidad se organice para enfrentar las primeras horas de la emergencia. En virtud de lo anterior, es necesario, por ejemplo, acceder a información oficial por parte de las autoridades sobre el evento y el estado de situación, u organizar a los vecinos para mejorar las condiciones de seguridad frente a posibles réplicas.

V. **Servicios básicos:** Los puntos de encuentro definidos para la emergencia deben ser capaces de contener a la población durante, al menos, las primeras 12 horas luego de ocurrido un evento, período en el que los evacuados deben poder satisfacer sus necesidades básicas de servicios higiénicos y acceso a agua potable.

1.2.2 Identificar los posibles puntos de encuentro

Se sugiere identificar en la localidad todos los posibles puntos de encuentro, en atención a las consideraciones señaladas en el anexo 2.6. Se recomienda recopilar todos los antecedentes y la planimetría de cada uno de ellos, además de complementar y verificar la información con inspecciones en terreno, debiéndose considerar al menos:

I. Nombre del punto de encuentro.
II. Ubicación en el plano de evacuación.
III. Ubicación en la trama urbana.
IV. Ubicación respecto a planos de riesgos o planos de otras amenazas definidas por los organismos técnicos competentes (Onemi, SHOA, CSN, Sernageomin, DMC, DGA).
V. Altura en metros sobre el nivel del mar.

VI. Tipo de ocupación cotidiana (cruce de calles, estadio, cancha de fútbol, multicancha, patio de colegio, gimnasio, etc.).
VII. Tipo de uso de suelo, de acuerdo con el Plan Regulador Comunal.
VIII. Cercanía a áreas de riesgo y/o áreas de exclusión.
IX. Dimensiones.
X. Tipo de pavimento.
XI. Pendiente.
XII. Condiciones de iluminación.
XIII. Servicios asociados disponibles: baños, protección contra radiación solar y/o lluvia.
XIV. Establecimientos de salud cercanos.
XV. Comisarías cercanas.
XVI. Cuarteles de bomberos cercanos.
XVII. Estructuras y edificaciones adyacentes.
XVIII. Eventuales riesgos del espacio circundante.
XIX. Propiedad y administración (fiscal, privada, municipal, espacio público).
XX. Condiciones de accesibilidad universal.[2]

En caso que la localidad ya cuente con puntos de encuentro definidos por el municipio, se sugiere someter a evaluación cada uno de los puntos de encuentro en atención a las consideraciones expuestas en el anexo 2.6, determinando cuáles de ellos cumplen con lo señalado y cuáles deben ser reemplazados o mejorados.

1.2.3 Consideraciones para la planificación y elección de los puntos de encuentro

Este punto establece consideraciones para la elección de cada punto de encuentro, aspectos mínimos, deseables, ideales y no deseables. La atención a estas consideraciones permitirá una mejor elección de los puntos de encuentro para la localidad.

1.2.3.1 Requerimientos mínimos

Cada punto de encuentro debiera:

I. Ubicarse en zona de seguridad ante tsunami (fuera de la zona de amenaza).

II. Ubicarse, al menos, dos cuadras por sobre la línea de seguridad, generando un corredor de tránsito para vehículos de emergencia y evitando que parte de la población evacuada pueda quedar atascada bajo la línea de seguridad.

[2] Ver Manual de Accesibilidad Universal disponible en www.senadis.gob.cl

III. Tener capacidad para congregar a toda la población del subárea correspondiente (este requerimiento se verificará más adelante, en el punto 1.2.3.5).

IV. Ser accesible desde, al menos, una vía de evacuación. Idealmente esta vía de evacuación llegará hasta el punto de encuentro, sin embargo, lo indispensable es que llegue hasta la zona segura.

V. Contar con un acceso desde la vía de evacuación y una salida distinta en dirección contraria a la costa.

VI. Contar con un sistema constructivo resistente a terremotos.

VII. Ser de acceso libre a público.

1.2.3.2 Deseables

Es deseable que cada punto de encuentro:

I. Esté integrado a la trama urbana.

II. Sea fácilmente reconocible por la población.

III. Esté ubicado cerca de centros de atención de salud, comisarías y/o cuarteles de bomberos.

IV. Sea de grandes dimensiones, con capacidad de albergar con holgura a la población evacuada.

V. Permita el fácil acceso de vehículos de emergencia, para asistencia de la población involucrada.

VI. Tenga acceso visible y expedito, con dimensiones que permitan la entrada de gran cantidad de personas[2].

VII. Tenga disponibilidad de conexión a la red de distribución de electricidad.

VIII. Tenga iluminación pública instalada.

---

[3] Se recomienda un ancho mínimo de 3 metros de acuerdo con lo señalado en el Artículo 2.3.2 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, disponible en www.minvu.cl, sección Marco Normativo. Lo anterior permitirá el ingreso de vehículos de emergencia como ambulancias o vehículos de bomberos.

IX. Cuente con baños para los evacuados (por ejemplo, equipamientos comunitarios, estadios o gimnasios municipales, clubes deportivos u otros).

X. Tenga condiciones de accesibilidad universal[3].

1.2.3.3 Ideales

Es ideal que cada punto de encuentro:

I. Sea de propiedad y administración municipal o área verde, para garantizar el libre acceso de forma permanente y facilitar la mantención y funcionamiento de la infraestructura y servicios asociados. En caso de tratarse de un recinto privado, se debe asegurar el libre acceso de personas, ya que la evacuación puede producirse en cualquier momento.

1.2.3.4 No deseables

El punto de encuentro NO debe:

I. Ubicarse en áreas expuestas a otras amenazas de manifestación súbita como deslizamientos u otras definidas por los organismos técnicos competentes[4], como por ejemplo, cerca de cursos de agua, por la amenaza de inundación, ya que el tsunami podría ingresar hacia el interior.

II. Ubicarse en el área de exclusión de torres de alta tensión[5].

III. Ubicarse en áreas de exclusión: quebradas, acantilados, o con diferencias de nivel de más de 90 centímetros.

IV. Ubicarse en áreas de infraestructura sanitaria, como centros de acumulación de materiales peligrosos, desechos tóxicos o basurales, ni en sus respectivas fajas de protección[6].

V. Tener superficies con pendientes mayores a 8% (8 centímetros de diferencia de nivel en 100 centímetros de distancia).

---

[4] Ver "Manual de Accesibilidad Universal", disponible en www.senadis.gob.cl.

[5] Onemi, SHOA, CSN, Sernageomin, DMG, DGA.

[6] De acuerdo con la definición del Artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

[7] De acuerdo con la definición del Artículo 2.1.29 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

VI. Ser cruces de calles, por el riesgo que implica el tránsito vehicular para las personas evacuadas.

VII. Colindar con edificios o construcciones en mal estado que puedan colapsar en caso de terremoto.

1.2.3.5 Capacidad mínima sugerida

Cada punto de encuentro debe tener la capacidad suficiente para congregar a toda la población existente del subárea de evacuación correspondiente, considerando el peor escenario de ocupación, es decir, el que ocurriría cuando el área se encuentre a su máxima capacidad de ocupación. Se sugiere considerar una superficie mínima de 0,8 m^2 disponibles por persona. Para realizar este cálculo, será útil la recopilación de todos los antecedentes respecto a la cantidad de población y carga de ocupación disponibles en:

I. Bases de datos de censos (distribución de viviendas por manzanas, planos de distritos y zonas censales).

II. Antecedentes de eventos históricos y del comportamiento de la población.

III. Datos relacionados con población flotante, inmigración y afluencia de turistas.

IV. Carga de ocupación[7] de edificios públicos, espacios públicos, parques, recintos deportivos, recintos educacionales, recintos de salud, recintos penitenciarios, restaurantes, grandes tiendas y centros comerciales, teatros, cines y otras edificaciones de alta convocatoria.

De acuerdo con los datos recopilados, se podrá determinar la carga de ocupación necesaria para cada subárea de evacuación, sumando la población residente y la población flotante. Las localidades costeras pueden llegar a duplicar o triplicar su población durante la época estival, por lo que es recomendable considerar estos antecedentes para el cálculo de la capacidad de los puntos de encuentro. Para el cálculo de la población flotante de playas, se sugiere utilizar un promedio de 3m^2/persona en la superficie total de la playa. Para el cálculo de la población flotante en recintos se recomienda considerar la carga de ocupación de la

[8] Definida por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones como la "relación del número máximo de personas por metro cuadrado, para los efectos previstos en la presente Ordenanza, entre otros, para el cálculo de los sistemas de evacuación según el destino del edificio o de sus sectores si contiene diferentes usos."

infraestructura de alta convocatoria, como estadios y recintos deportivos, colegios, escuelas, universidades, hospitales, edificios públicos, y de restaurantes, centros comerciales, ferias artesanales y otras. Si no tiene la información disponible, ocupe como referencia las superficies edificadas y las cargas de ocupación definidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).

Finalmente, se podrán sumar los resultados anteriores para obtener el número total de personas que deberán evacuar hacia el punto de encuentro. Como ya se señaló, la capacidad mínima de superficie de este punto de encuentro debe ser equivalente a 0,8m^2/persona.

Tabla 1: Cargas de ocupación

TABLA DE CARGA DE OCUPACIÓN (OGUC)	
Destino	**m^2 / persona**
Vivienda (superficie útil):	
Unidades de hasta 60 m^2	15,0
Unidades de más de 60 m^2 hasta 140 m^2	20,0
Unidades de más de 140 m^2	30,0
Oficinas (superficie útil):	10,0
Comercio (locales en general):	
Salas de venta niveles -1, 1 y 2	3,0
Salas de venta en otros pisos	5,0
Supermercados (áreas de público)	3,0
Supermercados (trastienda)	15,0
Mercados y ferias (área de público)	1,0
Mercados y ferias (puestos de venta)	4,0
Comercio (Malls):	
Locales comerciales en niveles con acceso exterior	10,0
Pasillos entre locales, niveles con acceso exterior	5,0
Locales comerciales, otros niveles	14,0
Pasillos entre locales, otros niveles	7,0
Pasillos de comida y otras áreas comunes con mesas	1,0

Tabla 1: Cargas de ocupación (continuación tabla)

TABLA DE CARGA DE OCUPACIÓN (OGUC)	
Destino	**m^2 / persona**
Educación:	
Salones, auditorios	0,5
Salas de uso múltiple, casino	1,0
Salas de clase	1,5
Camarines, gimnasios	4,0
Talleres, laboratorios, bibliotecas	5,0
Oficinas administrativas	7,0
Cocina	15,0
Salud (hospitales y clínicas):	
Áreas de servicios ambulatorios y diagnótico	6,0
Sector de habitaciones (superficie total)	8,0
Oficinas administrativas	10,0
Áreas de tratamientos a pacientes internos	20,0
Salud (consultorios, policlínicos):	
Salas de espera	0,8
Consultas	3,0
Otros:	
Recintos de espectáculos (área para espectadores de pie)	0,25
Capillas, discotecas	0,5
Salones de reuniones	0,8
Área para público en bares, cafeterías, pubs	1,0
Restaurantes, comedores, salones de juego	1,5
Salas de exposición	3,0
Hogares de niños	3,0
Gimnasios, academias de danza	4,0
Hogares de ancianos	6,0
Estacionamientos de uso común o públicos (superficie total)	15,0

Fuente: *OGUC*

1.3 PLANIFICAR LAS VÍAS DE EVACUACIÓN

1.3.1 Identificar las posibles vías de evacuación

Se sugiere identificar en la localidad todas las posibles vías de evacuación, en atención a las consideraciones señaladas en el punto 1.3.2. Se recomienda recopilar todos los antecedentes y planimetría de cada una de ellas, además de complementar y verificar la información con inspecciones en terreno, debiéndose considerar al menos:

I. Nombres de las calles que la componen.

II. Nombre del punto de encuentro al cual converge, o el más cercano.

III. Ubicación en el plano de evacuación (si existe).

IV. Ubicación en la trama urbana e Instrumentos de Planificación Territorial.

V. Ubicación respecto a planos de riesgos o mapas de otras amenazas, definidas por los organismos técnicos competentes (Onemi, SHOA, CSN, Sernageomin).

VI. Cercanía a áreas de riesgo.

VII. Sentido del tránsito.

VIII. Ancho entre líneas oficiales.

IX. Distancia desde la línea de costa hasta la zona segura.

X. Tipo de pavimento.

XI. Pendiente.

XII. Estado del pavimento (identificar presencia de hoyos, grietas u otros obstáculos).

XIII. Condiciones de accesibilidad universal.[9]

XIV. Condiciones de iluminación y existencia de red de distribución de electricidad. En caso de existir iluminación pública, identifique el propietario de la red de distribución (municipio o empresa distribuidora).

XV. Estructuras y edificaciones adyacentes.

XVI. Eventuales riesgos del espacio circundante.

XVII. Presencia de edificaciones adyacentes de alta carga de uso.

En caso que la localidad ya cuente con vías de evacuación definidas por el municipio, se sugiere someter a evaluación cada una de ellas en atención a las consideraciones expuestas en el punto 1.3.2, determinando cuáles cumplen con las indicaciones señaladas y cuáles debieran ser reemplazadas o mejoradas.

[9] Ver "Manual de Accesibilidad Universal" disponible en www.senadis.gob.cl

1.3.2 Consideraciones para la planificación y elección de las vías de evacuación

Este punto establece consideraciones para la elección de cada vía de evacuación, aspectos mínimos, deseables, ideales, y no deseables. La atención a estas consideraciones permitirá una mejor elección de las vías de evacuación para la localidad.

Para todos los efectos, se considerará que la evacuación siempre será peatonal.

1.3.2.1 Requerimientos mínimos

Cada vía de evacuación debiera:

I. Conectar la línea de costa con la zona segura e, idealmente, con un punto de encuentro, en la menor distancia posible.

II. Tener un ancho que permita la evacuación de toda la población del subárea correspondiente (este requerimiento se verificará más adelante, en el punto 1.3.2.5).

1.3.2.2 Deseables

Es deseable que cada vía de evacuación:

I. Sea una ruta que incorpore los requisitos mínimos de una vía local (en caso de considerar tránsito vehicular), de acuerdo con el artículo 2.3.2 de la OGUC, sancionada a través del Instrumento de Planificación Territorial respectivo. Son más fácilmente reconocibles y tendrán mayor ancho y, por tanto, capacidad de evacuación. Suelen tener calzadas de 7 metros de ancho y veredas de 2 metros de ancho a cada lado (total: 11 metros de ancho para evacuación peatonal).

II. Cuente con alumbrado público.

III. Tenga pavimento en buen estado de conservación, para facilitar el desplazamiento de personas con discpacidad y movilidad reducida como por ejemplo, niños, adultos mayores y embarazadas.

IV. Tenga condiciones de accesibilidad universal[10].

[10] Ver OGUC y Manual de Accesibilidad Universal, disponible en www.senadis.gob.cl

1.3.2.3 Ideales

Es ideal que cada vía de evacuación:

I. Tenga pendientes del 12% o menos. En muchos casos, no hay vialidad que suba por laderas empinadas hacia zonas seguras. Para estos casos, se recomiendan vías de evacuación peatonales, con trazados en zigzag para reducir la pendiente.

II. Sea de tránsito peatonal.

III. En caso de tener tránsito vehicular, que su dirección de tránsito sea hacia la costa, de esta forma se reduce la posibilidad de que personas que evacúen en automóvil dificulten el desplazamiento de los peatones.

IV. Tenga un ancho constante, o al menos que no reduzca su ancho en el tránsito hacia la zona segura.

1.3.2.4 No deseables

La vía de evacuación NO debiera:

I. Ubicarse o pasar por áreas expuestas a otras amenazas de manifestación súbita definidas por los organismos técnicos competentes.

II. Ubicarse o pasar fajas de protección, tales como las ubicadas en tendidos de alta tensión, líneas ferreas, entre otras[11].

III. Ubicarse o pasar por áreas de exclusión: quebradas, acantilados o con diferencias de nivel de más de 90 centímetros.

IV. Ubicarse en áreas de infraestructura sanitaria como centros de acumulación de materiales peligrosos, desechos tóxicos o basurales[12].

V. Colindar con edificios o construcciones en mal estado, que pueden colapsar en caso de terremoto.

VI. Verse interrumpida por obstáculos al tránsito expedito, como carreteras interurbanas, enrejados u otros.

[11] De acuerdo con la definición del Artículo 2.1.17 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y al Artículo 105 letra i de la Ley General de Urbanismo y Construcción.

[12] De acuerdo con la definición del Artículo 2.1.29 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

1.4 CALCULAR LA CAPACIDAD DE EVACUACIÓN DE UNA VÍA

Una vez identificadas las mejores alternativas para los puntos de encuentro (sobre la base de que éstos se ubican a una cota de 30 o más metros de altura respecto del n.m.m.) y las vías de evacuación, es recomendable calcular si la población de cada sub área de evacuación será capaz de llegar desde la costa o zona de amenaza hasta la zona segura en un período de tiempo igual o menor a 15 minutos.

Para ello inicialmente se calcula el tiempo necesario para que una persona sea capaz de alcanzar la cota 30m a través de la vía de evacuación, tiempo que denominaremos T0. El tiempo límite (Tr) que puede esperar la última persona que comienza a ascender a través de la vía de evacuación sin ser alcanzado por el Tsunami es la diferencia entre los 15 minutos (T) y el tiempo de desplazamiento (T0).

El tiempo disponible para que las personas que son evacuadas no sean alcanzadas por el Tsunami (Tr) es de quince minutos menos T0, que expresado en segundos es (Tr=900-T0). Finalmente, a partir de la velocidad que puede alcanzar el flujo de personas que asciende a través de la vía de evacuación (Vf), (la cual a su vez depende de la pendiente promedio de la vía de evacuación conforme se muestra en la Tabla 2), la densidad de personas que asciende por la vía (D) y el ancho de la vía (b), es posible determinar finalmente el número de personas que la vía de evacuación permite finalmente poner a salvo del Tsunami.

1.4.1 Metodología básica

I. Antecedentes mínimos para el cálculo.

i. Longitud de la vía desde el punto más desfavorable hasta la zona segura (L, en metros).

En caso de que no se cuente con ese dato en la planimetría oficial, se sugiere estimar la distancia a recorrer desde el área más desfavorable, hasta el área segura, a través de la ruta de evacuación y considerando como trazado el eje de cada una de las calles a recorrer. Para ello se puede utilizar un GPS o, de forma remota, a través de medición en Google Earth.

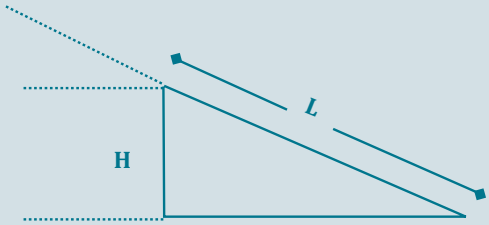
ii. Pendiente promedio de la vía (i en porcentaje).

Para ello se puede utilizar un GPS o, de forma remota, a través de medición en Google Earth, conociendo la diferencia altitudinal entre dos puntos (distancia vertical) y la distancia horizontal.

Se sugiere estimar una pendiente promedio para el caso de vías con tramos diferentes y de pendiente similar, en el caso de que los tramos tengan pendientes marcadamente diferentes, se deberá aplicar un promedio proporcional (Pp).

iii. Altura mínima de la cota de seguridad (H=30 m).

Corresponde a la altura que requiere una zona para ser considerada segura frente a tsunamis, la que, para el caso de Chile, corresponde a 30 metros.



$$L = \frac{H}{\text{sen } \alpha} \text{ (m)}$$

$$H = 30 \text{ m.}$$

Cabe mencionar que una vía con pendiente promedio conocida, deberá tener una longitud (L) mínima para alcanzar H=30 m (ver tabla 6).

iv. Ancho de la vía (b, en m)

Corresponde al ancho total de la vía expresado en metros, considerando calzada y veredas.

v. Tiempo disponible para evacuar (T=15 min=900 seg)

Corresponde al tiempo máximo para la evacuación de toda la población del sub sector, expresado en segundos.

vi. Densidad de flujo (D, en personas/m^2)

Corresponde a la cantidad de personas que se desplazan en un metro cuadrado conforme a lo que se señala el Manual de Vialidad Urbana (Redevu)[13], que para efectos de este análisis, se utilizará con un criterio conservador D=0,60 (0,60 persona por metro cuadrado), no obstante en zonas con mayor densidad de población (comunas urbanas) se podrá utilizar el tramo III (D=1), justificando debidamente el mayor flujo de personas de acuerdo a experiencia y registros en simulacros y/o evacuaciones reales.

[13] Manual de Vialidad Urbana, página 21.

vii. Velocidad de flujo de peatones evacuando (Vf, en m/s), para lo que deberá tener en cuenta la información entregada en Tabla 2.

Tabla 2: Velocidad del flujo de peatones en función de la pendiente promedio de la vía

PENDIENTE PROMEDIO	α	Vf (m/s)	LONGITUD MÍNIMO PARA ALCANZAR H=30 M
3% o menos	1,7°	1,22	1.011 m
5%	2,4°	1,22	716 m
10%	5,7°	0,74	302 m
15%	8,5°	0,53	203 m
20%	11,3°	0,37	153 m
30%	16,7°	0,22	104 m

Fuente: *elaboración propia.*

II. Cálculo:

Mediante el siguiente método de cálculo se conocerán las siguientes variables:

- Tiempo necesario para alcanzar la zona segura (T0).
- Tiempo residual, disponible para evacuar a toda la población (Tr).
- Número de personas posibles de evacuar, en el tiempo máximo disponible y en un ancho de vía dado(N).

$$N = T_r \times D \times b \times V_f$$

Para la mejor comprensión de esta metodología, se desarrollará un ejercicio práctico con los siguientes antecedentes:

- Pendiente promedio, i=10%
- Longitud, a lo largo de la vía de evacuación hasta alcanzar la cota 30 m L=30/sen(5,7) = 302 m
- Velocidad de flujo, Vf=0,74 m/s (de acuerdo a tabla 2)

Ancho de la vía, b=12 m (supuesto la vía de evacuación es una vía local).

i. Tiempo necesario para alcanzar la Zona Segura (T0).

$$T_0 = \frac{L}{V_f} \qquad T_0 = \frac{302}{0{,}74} \qquad T_0 = 408 \text{ seg}$$

ii. Cálculo de tiempo residual (Tr)

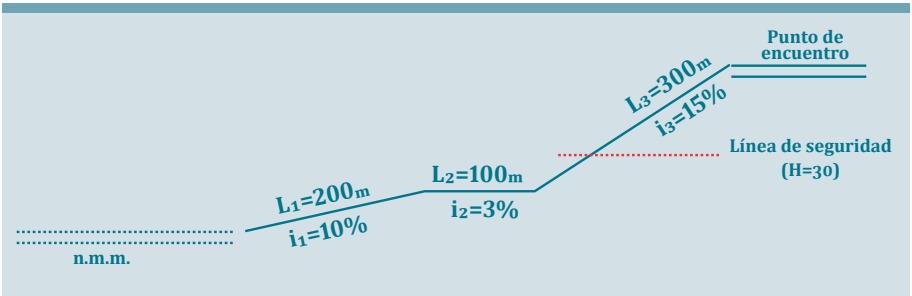
$$T_r = T - T_0 \qquad T_r = 900 - 408 \qquad T_r = 492 \text{ seg}$$

iii. Cálculo de capacidad de evacuación de la vía (N)

$$N = T_r \times D \times d \times V_f \qquad N = 492 \times 0{,}6 \times 12 \times 0{,}74 \qquad N = 2.621 \text{ personas}$$

Por lo tanto, en una vía con pendiente promedio de 10% y de ancho total de 12 metros, se requiere recorrer al menos 302 metros para no ser alcanzado por el Tsunami resultando posible evacuar a 2.621 personas en un tiempo de 15 minutos.

Ejercicio 2, un caso más complejo, será aquel que considere tramos múltiples con diferentes pendientes promedio, para una vía de ancho promedio de 15 m:



Se calculará en qué longitud se alcanzará la zona segura (H=30).

TRAMO 1: $H_1 = L_1$ sen 5,7= 200(sen5,7) = 19,90 m (Altura 1=19,90 metros)

TRAMO 2: $H_2 = L_2$ sen 1,7= 100(sen1,7) = 3,00 m (Altura 2= 3 metros)

Hasta el tramo 2, se ha alcanzado la cota 22,90 m, por lo tanto, es necesario una altura de 7,10 m más para alcanzar los 30 m de la línea de seguridad.

Para determinar la longitud del tramo 3, se debe resolver:

TRAMO 3: L_3 = 7,10/sen 8,5 = 47,90 m (Longitud a recorrer en el tramo 3 hasta alcanzar la zona de seguridad = 48 metros)

En consecuencia, la pendiente promedio del tramo de interés de la vía (hasta que se alcanza la altura de 30 m), se resuelve mediante un promedio ponderado:

$$I_{prom} = \frac{200 \times 10 + 100 \times 3 + 48 \times 15}{200 + 100 + 48} \qquad \frac{3.020}{348} = 8{,}7\% \text{ (pendiente promedio de los tres tramos)}$$

En este caso, como la pendiente promedio no se encuentra en la tabla, la velocidad de flujo (vf) se obtiene interpolando. Para ello se selecciona el tramo en que se encuentra: entre 10 y 5% y se busca Vf de la siguiente forma:

$$\frac{10 - 5}{0{,}74 - 1{,}22} = \frac{10 - 8{,}7}{0{,}74 - V_f} \Rightarrow \frac{5}{-0{,}48} = \frac{1{,}3}{-0{,}74 - V_f}$$

$$5\,(0{,}74 - V_f) = 1{,}3 \times -0{,}48 \Rightarrow 0{,}74 - V_f = \frac{1{,}3 \times -0{,}48}{5}$$

$$0{,}74 - V_f = 0{,}1248 \Rightarrow -V_f = -0{,}1248 - 0{,}74 \qquad V_f = 0{,}86 \text{ m/s}$$

Entonces, con todos los antecedentes es posible aplicar la metodología propuesta, de la siguiente forma:

i. Tiempo necesario para alcanzar la Zona Segura (T0).

$$T_0 = \frac{L}{V_f} \qquad T_0 = \frac{348}{0{,}86} \qquad T_0 = 404 \text{ seg}$$

ii. Cálculo de tiempo residual (Tr)

$$T_r = T - T_0 \qquad T_r = 900 - 404 \qquad T_r = 496 \text{ seg}$$

iii. Cálculo de capacidad de evacuación de la vía (N)

$$N = T_r \times D \times d \times V_f \qquad N = 492 \times 0{,}60 \times 15 \times 0{,}86 \qquad N = 3.839 \text{ personas}$$

Por lo tanto, en una vía con pendiente promedio de 8,7% y de ancho total de 15 metros, se requiere recorrer al menos 348 metros para no ser alcanzado por el Tsunami resultando posible evacuar a 3.839 personas en un tiempo de 15 minutos.

1.5 REPLANTEO DE LAS VÍAS DE EVACUACIÓN, PUNTOS DE ENCUENTRO Y SUBÁREAS DE EVACUACIÓN

Si se determina que los tiempos de evacuación de su localidad pueden ser mejorados mediante la elección de otras vías de evacuación, puntos de encuentro y/o subáreas de evacuación, se sugiere realizar nuevamente el cálculo de los tiempos de evacuación, esta vez con la incorporación o reemplazo de los elementos identificados.

Para los casos en que el cálculo en la localidad analizada arroje zonas donde el tiempo de evacuación sea mayor a 15 minutos, se recomienda replantear la elección de las vías de evacuación, puntos de encuentro y/o subáreas de evacuación y realizar nuevamente el cálculo de los tiempos.

Se recomienda someter la elección de las vías de evacuación y puntos de encuentro al análisis y evaluación de los Comités de Protección Civil de cada comuna, para evaluar su idoneidad y ausencia de otros tipos de exposiciones a amenazas.

Si no existe la posibilidad de reducir el tiempo de evacuación a menos de 15 minutos, se plantea la posibilidad de habilitar puntos de encuentro de evacuación vertical[16], junto con la realización de campañas de difusión orientadas a edificios públicos y privados para sensibilizar sobre la importancia de esta alternativa y generando acuerdos y protocolos para la utilización de edificios como puntos de encuentro de evacuación vertical.

[16] Ver recomendaciones para la preparación y respuesta ante tsunamis. Santiago: Onemi. 2014. Disponible en www.onemi.cl

1.5.1 Planificación para puntos de encuentro de evacuación vertical

Estos refugios son construcciones que deben estar ubicadas a más de 200 metros de la línea de costa[17], además de ser lo suficientemente altas como para resguardar a los evacuados en un nivel por sobre la cota de seguridad y con un diseño estructural que permita resistir los efectos de las ondas de tsunami. Las consideraciones mínimas se detallan a continuación:

I. **Espacio:** Al igual que en los puntos de encuentro, el refugio de evacuación vertical puede ser usado por hasta por 12 horas y debe tener un tamaño mínimo disponible de 0,8 m^2/ persona.

II. **Distancia a la costa:** Los refugios de evacuación vertical deben estar localizados a una distancia prudente, tierra adentro, respecto de la línea de costa. En general, las ondas de tsunami rompen antes de llegar a la costa, sin embargo, eventualmente pueden romper justo en la línea de costa, generando fuerzas que son extremadamente altas y muy inciertas, las que pueden significar un riesgo adicional de colapso en las estructuras. Ningún refugio se debe ubicar a menos de 200 metros de la línea de costa[18].

III. **Altura:** Es esencial que el refugio de evacuación vertical se encuentre, al menos, en el piso 8 de la edificación (o a un mínimo de 30 metros por sobre el nivel del mar), de acuerdo con lo recomendado por Onemi.

IV. **Seguridad estructural:** Se deben considerar estructuras que cumplan con las normativas de construcción y diseño estructural vigentes y en que la zona segura contemple en su diseño estructural una sobrecarga de uso[19] equivalente a una terraza, según el artículo 5.4.2 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Para planificar potenciales puntos de encuentro de evacuación vertical, se proponen las siguientes estrategias, sobre la base de lo expuesto por FEMA (2008):

Estrategia 1: Se propone identificar las construcciones existentes que puedan servir como refugios de evacuación vertical. Muchas construcciones que no han sido diseñadas específicamente para tsunami pueden resistir la inundación y servir como áreas de refugio y otras pueden hacerlo con modificaciones menores,

[17] Budiarjo (2006).

[18] Basado en el catastro de daños en estructuras realizado postsunami del sudeste asiático.

[19] La NCh 1537.Of 86 "Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso" define la sobrecarga de uso como la acción variable en el tiempo que se determina por la función y uso del edificio.

como edificios públicos, de oficinas o departamentos. Se deben evaluar las necesidades funcionales (por ejemplo, habilitación de escaleras externas que permitan acceder al punto de encuentro sin tener que entrar al edificio) y las potenciales vulnerabilidades estructurales para determinar si una construcción puede servir como refugio.

Estrategia 2: Se plantea la alternativa de construir nuevos refugios de evacuación vertical. Los refugios de evacuación vertical pueden ser unidades aisladas o parte de una gran infraestructura. Igualmente, pueden ser usadas para otros fines (comerciales, recreativos entre otros) cuando no se utilicen como refugios. Existen varias opciones disponibles para la construcción de refugios de evacuación vertical, variando según las necesidades específicas de la población, el tipo de construcción y la situación financiera de cada localidad[20].

Estrategia 3: Considerando la diversidad de usos que suelen existir en una localidad costera y la necesidad de rentabilizar la construcción de estructuras de evacuación, se pueden construir estructuras que sean usadas para una variedad de funciones que mejoren la calidad de vida de las personas, tales como centros comunitarios, recreacionales, museos y bibliotecas. Igualmente, estas estructuras pueden ser desarrolladas como parte de centros comerciales, hoteles y restaurantes. Estos edificios pueden diseñarse y habilitarse para un uso cotidiano, que en momentos de emergencia de tsunami alojen puntos de encuentro que permitan la evacuación de la población que de otra forma demoraría más de 15 minutos en llegar a la zona fuera de amenaza.

Con posterioridad al terremoto y tsunami japonés de 2011, se han desarrollado nuevas alternativas de evacuación vertical, tales como cerros artificiales, que permiten a los evacuados llegar a terrenos altos en sectores naturalmente planos cercanos a la costa.

[20] Pueden construirse estructuras o edificios levantados del suelo que permitan el paso del agua, como por ejemplo mediante el uso pilotes con al menos dos pisos de altura libre, privilegiando materiales constructivos como el hormigón armado y el acero, con sus fundaciones protegidas contra la erosión. El diseño debe considerar las fuerzas hidrostáticas, boyantes e hidrodinámicas del tsunami sobre las estructuras, además del impacto de escombros.

Ilustración 2: Cerros artificiales para evacuación vertical. ciudad de Iwanuma, prefectura de Miyagi, Japón

Fuente: *Jorge León (2015).*

1.5.2 Propuestas de nueva vialidad

En el caso de que las modelaciones den como resultado que la vialidad existente no es capaz de evacuar al total de la población en zona de amenaza, se recomienda proyectar y habilitar nuevas vías que cumplan con los requerimientos especificados en el presente documento. Existen dos escenarios posibles para concretar una nueva vialidad en zona urbana:

I. **La vialidad está sancionada a través del PRC (Plan Regulador Comunal):** Bajo este escenario la habilitación podría ser realizada por la municipalidad. Se aconseja gestionar los recursos necesarios para ejecutar obras y realizar las expropiaciones necesarias.

II. **La vialidad no está sancionada en el PRC:** En el caso de que la vialidad no esté planificada en el PRC se sugiere que la municipalidad considere un proyecto de espacio público con características de vía peatonal.

1.5.3 Modificación de los instrumentos de planificación locales

I. **Vías de evacuación:** Si son vías o huellas de tamaño menor a lo necesario según cálculo, se recomienda priorizar su pavimentación y ensanchamiento.

En aquellos casos donde la evacuación deba realizarse hacia laderas de cerros de alta pendiente, que no estan habitados y donde es difícil y poco justificada la construcción de calles vehiculares, se sugiere evaluar la construcción de caminos peatonales que conecten con la zona segura. Dada la vocación turística de algunas localidades, estas vías y puntos de encuentro pueden habilitarse como miradores y caminos recreativos.

II. **Cambios de uso de suelo:** Se recomienda evaluar la clasificación de los usos de suelo para las zonas de amenaza, con el fin de restringir la localización de infraestructura crítica y estratégica, así como de viviendas que no contemplen medidas de mitigación asociadas. En las zonas de amenaza de tsunami, se recomienda la prohibición de usos de suelo del tipo residencial, equipamiento, actividades productivas e instalaciones u obras complementarias al desarrollo de infraestructuras, así como de equipamientos de escala media y mayor conforme a la carga de ocupación. En lugares adecuados para la ubicación de puntos de encuentro, se recomienda considerar la posibilidad de realizar expropiaciones y/o declaratorias de Bienes Nacionales de Uso Público o áreas verdes.

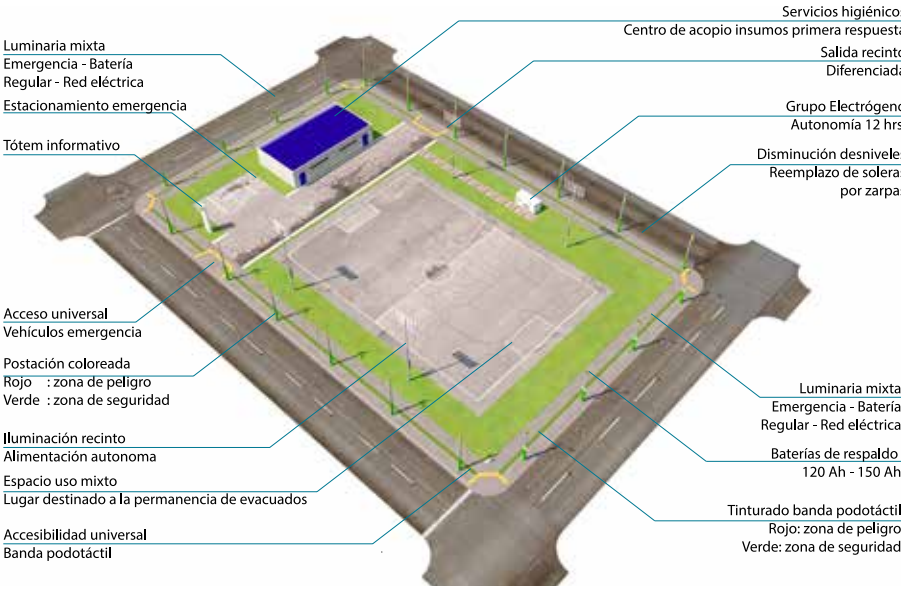
Se aconseja, a su vez, delimitar fajas de vías estructurantes para su consideración como ampliaciones o nuevas vías de evacuación.

Dichato, Región de Biobío
Escuela de Diseño Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)

CAPÍTULO 2
IMPLEMENTACIÓN

2.1 IMPLEMENTAR LOS PUNTOS DE ENCUENTRO

Ilustración 1: Ejemplo tipo punto de encuentro



Fuente: *Elaboración propia.*

2.1.1 Consideraciones para la implementación de los puntos de encuentro

Este punto establece consideraciones para la implementación de cada punto de encuentro, aspectos mínimos, deseables, ideales y no deseables[1]. La atención a estas consideraciones permitirá implementar los puntos de encuentro de tal manera que permitan y faciliten la permanencia de las personas evacuadas. Se recomienda a cada municipio especial atención en los aspectos logísticos y de gestión asociados.

2.1.1.1 Requerimientos mínimos

Cada punto de encuentro debiera:

I. Contar con un sistema de respaldo de iluminación pública con autonomía mínima, conforme con lo indicado en el punto 2.1.1.4, en caso de presentarse un corte en el suministro.

[1] Ver Anexo 2: Valores Referenciales.

II. Tener señalética clara en la postación existente con material fotoluminiscente. Debe incluir el nombre del punto de encuentro[2].

III. Contar con equipos o dispositivos de comunicación, tanto masiva como operativa, como radios, megáfonos, altavoces y/o parlantes.

IV. Contar con insumos de primeros auxilios: tablas de inmovilización, férulas, frazadas térmicas, collares cervicales, botiquines con apósitos, vendas tipo "Elastomull" y suero fisiológico, entre otros.

V. Contar con una gestión previa para la disposición de baños provisorios en caso de emergencia.

VI. Contar con una gestión previa para provisión de agua potable en caso de emergencia.

2.1.1.2 Deseables

Es deseable que cada punto de encuentro:

I. Tenga protección frente a radiación solar y/o lluvia. La importancia de este requerimiento se verá fuertemente determinada por las condiciones climáticas de la localidad.

II. Tenga un lugar donde disponer insumos de primera respuesta, tales como: raciones de alimentación de emergencia y/o alimentos no perecibles que no requieran preparación; cubiertos, platos y vasos desechables; agua embotellada en tamaño individual; linternas, pilas, radios, GPS, colchonetas, frazadas, motobombas, alcohol gel, papel higiénico, pañuelos desechables, pañales, quitasoles y sillas plegables (de uso exclusivo para adultos mayores y embarazadas), entre otros.

2.1.1.3 Ideales

Es ideal que cada punto de encuentro:

I. Tenga corrales de contención para animales y mascotas.

II. En caso de que se trate de un espacio público, tenga conexión para empalmar baños provisorios al sistema de alcantarillado urbano, o a un sistema autónomo de tratamiento de aguas residuales.

[2] Ver Anexo 3: Tipologías para señalética vertical de vías de evacuación y puntos de encuentro.

2.1.1.4 Consideraciones para la iluminación de los puntos de encuentro

Se recomienda que para cada punto de encuentro se desarrollen proyectos de respaldo de iluminación pública que:

I. Consideren la autonomía mínima de iluminación del punto de encuentro de acuerdo con la duración del período de oscuridad en días de invierno, según cada región:

Tabla 1: Duración periodo de oscuridad, por región

REGIÓN	TIEMPO MÍNIMO DE AUTONOMÍA (HRS)
Arica y Parinacota	10
Tarapacá	10
Antofagasta	11
Atacama	11
Coquimbo	12
Valparaíso	12
Metropolitana	12
O'Higgins	13
Maule	13
Biobío	13
La Araucanía	14
Los Ríos	14
Los Lagos	14
Aysén	14
Magallanes	14

Fuente: *Elaboración propia*

II. Privilegiar el uso de la infraestructura de alumbrado público existente en punto de encuentro (realizar mediciones), la cual debe ser normalizada en caso de ser necesario[3] habilitando sistemas de respaldo.

III. En caso que el punto de encuentro se sitúe en vías de tránsito con alumbrado público existente, implementar un sistema de iluminación equivalente a lo considerado respecto de la vía de evacuación.

IV. En caso que el punto de encuentro considere un espacio público destinado a la reunión de personas, tales como plazas, parques, jardines, áreas abiertas

[3] De acuerdo con el Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Tránsito Vehicular, D.S. N°2 de 14 de enero de 2014 y/o Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Tránsito Peatonal D.S. N°51 del 28 de mayo de 2015.

peatonales, zonas de juegos y máquinas de ejercicio, se debe incluir un estudio técnico-económico en el cual se evalúe la mejor solución para respaldo entre una alternativa utilizando un generador diesel con un tablero de transferencia automática y otra considerando ERNC[4].

V. En la situación anterior, considerar un nivel de iluminancia de acuerdo con el Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Tránsito Peatonal[5].

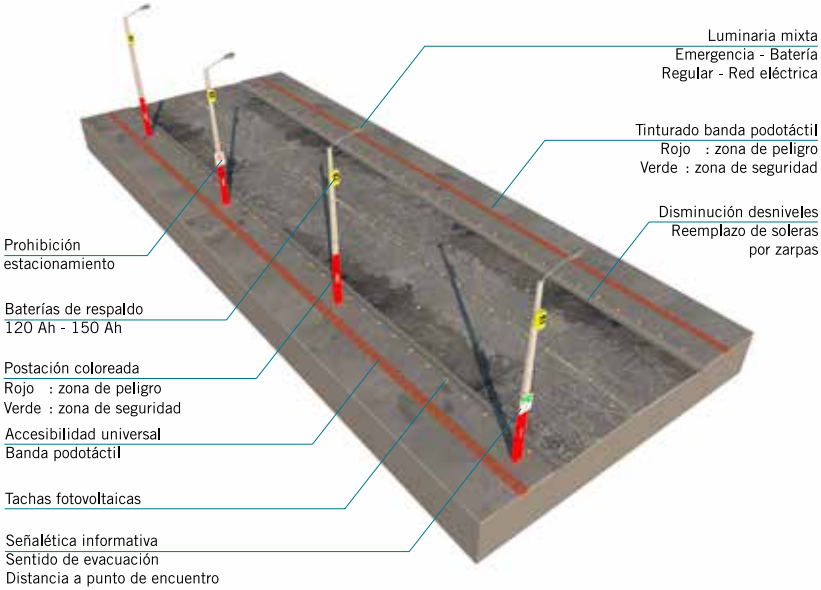
VI. En caso que el punto de encuentro no presente una línea de distribución de electricidad cercana, evalúar mediante un estudio a nivel de prefactibilidad o factibilidad la mejor solución técnico-económica para disponer instalaciones de alumbrado público desde la red de distribución, extendiendo la red existente más cercana, versus suministro autónomo de fuentes energéticas (como energía fotovoltaica o eólica, evaluando su disponibilidad).

VII. Contar con protecciones para evitar daños o robos de los sistemas de respaldo como generadores, paneles solares o baterías.

2.2 IMPLEMENTAR LAS VÍAS DE EVACUACIÓN

2.2.1 Consideraciones para la implementación de vías de evacuación

Ilustración 2: Ejemplo tipo vía de evacuación



Fuente: *Elaboración propia*

[4] Ver Anexo 4: Definición de proyectos para iluminación de puntos de encuentro y vías de evacuación.

[5] Decreto Supremo N°51 del 28 de mayo de 2015 del Ministerio de Energía. Deberán cumplir con una iluminancia horizontal mantenida, media de 25 lux y mínima de 5 lux en toda la superficie iluminada de los mismos.

Este punto establece consideraciones para la implementación de cada vía de evacuación, aspectos mínimos, deseables, ideales, y no deseables. La atención a estas consideraciones permite implementar las vías de evacuación de tal manera que facilita el proceso de evacuación de la población.

Para todos los efectos, se considera que la evacuación debiera ser siempre peatonal.

2.2.1.1 Requerimientos mínimos

Cada vía de evacuación debe:

I. Contar con un sistema de iluminación de respaldo en caso de corte eléctrico, a través de la instalación de baterías, y nueva luminaria fotovoltaica o eólica, entre otras opciones, que cumplan con el Reglamento de Alumbrado Público vigente del Ministerio de Energía. Este requerimiento se trata con mayor detalle en el punto 2.2.1.3.

II. Tener señalética clara en la postación existente (al menos una por cada cuadra, idealmente en las intersecciones), con material fotoluminiscente. Debe incluir la dirección de desplazamiento, el nombre del punto de encuentro más cercano (o hacia el cual llega la vía de evacuación), y la distancia (en cuadras) a recorrer, desde el punto de instalación de la señalética hasta la zona de seguridad[6].

III. Cuando las veredas posean más de tres metros de ancho, instalar huellas podotáctiles[7] tinturadas de color rojo, según lo señalado en el Art. 228 N° 5 de la OGUC. En caso de veredas de menor dimensión, emplear baldosas de alto contraste.

IV. Contar con pintura de color rojo en la postación existente, con simbología que indique la dirección de evacuación[8] (los puntos de encuentro y la primera cuadra de zona de seguridad deben pintarse de de color verde).

V. Tener la calzada pintada con señalética de dirección con pintura fotoluminiscente, que indique el sentido de la evacuación.

VI. Implementar prohibición de estacionar en ambos costados.

---

[6] Ver Anexo 3: Tipologías para señaletica vertical de vías de evacuación y puntos de encuentro.

[7] Siempre que el ancho de la acera lo permita.

[8] Junto con la flecha que indique la dirección de evacuación, incluya el símbolo de ruta de evacuación del Anexo 5: Tipologías para señalética vertical de vías de evacuación y puntos de encuentro.

VII. En caso de que la vía de evacuación no pueda ser siempre ascendente, en los tramos longitudinales, se debe tener señalética clara en esquinas y cerca de lugares masivos, que informe en qué dirección y a qué distancia está la vía ascendente más cercana.

VIII. Contar con pintura en los pavimentos de los cruces entre vías ascendentes y longitudinales, para identificación y evitar el bloqueo de cruces.

IX. Tener tachas fotoluminiscentes a lo largo de la vía.

2.2.1.2 Deseables

Es deseable que cada vía de evacuación:

I. Cumpla con los requerimientos de accesibilidad universal[9].

II. Mantenga ordenado el mobiliario urbano y la acera despejada, en lo posible, de letreros, plantas y adornos, para permitir el tránsito fluido. El mobiliario que se instale deberá estar habilitado a la misma distancia de la línea oficial.

III. Tenga instaladas tachas fotoluminiscentes en los bordes de aceras, calzadas y, en general, en todo desnivel y obstáculo relevante.

IV. En localidades y áreas con mucha población residente o flotante, se recomienda evaluar el cierre de calles durante épocas estivales, transformándolas en paseos peatonales.

V. Reemplace soleras por zarpas, para reducir diferencias de niveles peligrosas.

2.2.1.3 Consideraciones para la iluminación de las vías de evacuación[10]

Cada vía de evacuación debiera:

I. Considerar la autonomía mínima de iluminación de las vías de evacuación de acuerdo con la duración del periodo de oscuridad en días de invierno, según cada región, señalado en el punto 2.1.1.4.

II. Privilegiar el uso de la infraestructura del alumbrado público existente, habilitando, solamente, los sistemas de respaldo necesarios. Las vías de evacuación deben disponer de iluminación pública permanente, considerando los estándares de iluminación según el tipo de vía bajo

[9] Ver "Manual de Accesibilidad Universal" disponible en www.senadis.gob.cl

[10] Ver Anexo 6: Definición de proyectos para iluminación de puntos de encuentro y vías de evacuación.

funcionamiento normal, y lo especificado en el Reglamento de Alumbrado Público para Vías de Tráfico Vehicular y Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Tránsito Peatonal.

2.2.1.4 Consideraciones para calles que convergen a vías de evacuación

Las calles ubicadas dentro de la zona de amenaza que convergen en vías de evacuación deben:

I. Tener señalética clara en esquinas y cerca de lugares masivos, que informen en qué dirección y a qué distancia está la vía de evacuación más cercana.

II. Contar con pintura de color rojo en la postación existente, con aplicaciones fotoluminiscentes.

III. Tener la calzada pintada con señalética de dirección con pintura fotoluminiscentes, que indique la dirección hacia la vía de evacuación más cercana.

Viña del Mar, Región de Valparaíso
Banco de imágenes Jorge León

Ilustración 5
Diseñar en forma respetuosa con su entorno inmediato.

CAPÍTULO 3

INCORPORACIÓN EN EL PLAN DE EMERGENCIA COMUNAL POR VARIABLE DE RIESGO DE TSUNAMI

3.1 ÉNFASIS EN EL PLAN DE EMERGENCIA COMUNAL POR VARIABLE DE RIESGO DE TSUNAMI

El Plan de Emergencia Comunal es un instrumento operativo de respuesta, en el que se deben plasmar las diversas acciones, procesos y actividades a desarrollar frente a la ocurrencia de una situación de emergencia, para estar preparados y responder efectivamente ante ella, reduciendo sistemáticamente los efectos adversos que pudiera ocasionar.

El plan debiese considerar la planificación Acceder para el manejo de emergencias y desastres, como metodología básica para su elaboración. Se recomienda elaborar, revisar y/o actualizar periódicamente este plan en coordinación con Onemi y en coordinación con la comunidad.

Debiera cubrir los elementos fundamentales a tener en cuenta para el desarrollo de acciones de respuesta ante una emergencia o desastre, como lo son: Alerta y Alarma, Comunicaciones, Coordinación, Evaluación primaria, Decisiones, Evaluación complementaria o secundaria y Readecuación del Plan, palabras claves, de cuya primera letra se conforma el acróstico Acceder.

Para el caso específico del Plan de Emergencia Comunal por variable de riesgo de tsunami, se sugiere tener especial énfasis respecto a los siguientes aspectos:

a. Planos de evacuación

b. Difusión del Plan de Emergencia

c. Protocolos de respuesta institucional

d. Preparación y ejercitación del Plan de Emergencia Comunal

3.1.1 Planos de evacuación

Se sugiere elaborar planos de evacuación de cada localidad en coordinación con Onemi. Estos deben graficar todos los elementos necesarios para que los residentes y visitantes puedan desarrollar adecuadamente la evacuación.

Los planos de evacuación deben ser sintéticos, de simple lectura y compresión. Para ello deben tener textos y símbolos legibles de manera que sean útiles para todo público. La abundancia de información complementaria a la temática principal puede transformarse en una distracción y dificultar que se cumpla el objetivo de dar a conocer el área, vías de evacuación y puntos de encuentro.

La simbología y tamaño de textos deben permitir la impresión en color y/o blanco y negro sin perder legibilidad, al igual que la impresión en tamaños que permitan la distribución del plano a la población, idealmente en formatos de fácil manipulación, como carta u oficio.

En sectores rurales, donde no exista una red vial claramente identificable, se recomienda graficar características reconocibles de la topografía del lugar, tales como cerros, quebradas u otros, para entregar un marco de referencia familiar a los usuarios. No obstante, no en todos los casos se puede cumplir con esta recomendación debido a que la información topográfica (curvas de nivel) es escasa, especialmente en sectores rurales. Otra solución puede ser la utilización de imágenes satelitales que sirvan como base para la creación del plano de evacuación, tanto para los sectores rurales como para los urbanos.

El plano de evacuación debe mostrar especialmente:

I. Línea de seguridad.

II. Área a evacuar.

III. Red vial (con los nombres de las vías principales).

IV. Vías de evacuación, indicando dirección de evacuación (idealmente junto al nombre de la vía).

V. Puntos de encuentro (idealmente con denominación de nombre o número).

VI. Ubicación e identificación de las principales edificaciones de referencia, como centros deportivos, de salud y educacionales, entre otros.

VII. Topografía e hidrografía (cerros, quebradas, cursos de agua y lagos, entre otros).

Elementos cartográficos complementarios a incluir en los mapas:

I. Título: nombre del lugar geográfico.

II. Subtítulo: plano de evacuación ante tsunami, (región), (comuna), (localidad).

III. Escala gráfica, con valores cerrados.

IV. Norte.

V. Simbología (se recomienda usar simbología y paleta de colores propuesta por Onemi).

VI. Año de edición.

VII. Fuentes.

Se aconseja evitar:

I. Sobrecarga de elementos como nombres de calles y pasajes o de símbolos.

II. Color azul para el área a evacuar.

III. Caricaturización del espacio geográfico y/o alteración de distancias.

Ilustración 1: Ejemplo plano de evacuación de Arica

Fuente: *www.onemi.cl*

El plano de evacuación debe contar con amplia difusión y estar disponible en la página web del municipio y en todos los medios locales posibles.

3.1.2 Difusión del plan

Con el objetivo de asegurar la transferencia del conocimiento contenido en el Plan de Emergencia Comunal al usuario/comunidad final del mismo, a continuación se sugieren las principales actividades a desarrollar:

I. Difundir aspectos fundamentales del Plan de Emergencia Comunal a la población involucrada, como es el proceso de evacuación, realizando reuniones con diferentes juntas de vecinos y/u otras organizaciones a nivel comunal. En estas reuniones se sugiere aclarar el rol de la comunidad en el plan. Se recomienda realizar un trabajo focalizado con la población más vulnerable de la comuna, particularmente personas en situación de discapacidad, adultos mayores e infantes, entre otros.

II. Compartir el plan en mesas y equipos de trabajo a nivel comunal y vecinal, presentando sus elementos principales.

III. Incluir a todas las instituciones del territorio, empresas privadas, instituciones de atención de salud, del Sistema Comunal de Protección Civil y Sistema Regional de Protección Civil (Junji, Integra, Seremi de Educación, Seremi de Salud y Comisiones Regionales de Uso del Borde Costero-CRUB). Lo anterior permite establecer los protocolos de coordinación y planes de contingencia específicos con estas instituciones.

IV. Incorporar los estudios, planes de emergencia y planes de contingencia en los Instrumentos de Planificación Territorial locales como el Plan Regulador Comunal (PRC).

V. Poner a disposición de las personas y comunidad en general, la información contenida en el plan a través de un repositorio digital, como por ejemplo, subirlo al sitio web del municipio.

VI. Ejecutar campañas de difusión del proceso de evacuación[1] contenido en el plan, a través de los medios televisivos, radiales y en la prensa local.

VII. Utilización de herramientas municipales existentes para la difusión del plan: sitio web del municipio, boletines comunales, Plan de Desarrollo Comunal (Pladeco) entre otros.

[1] Ver Anexo 6: Guía Práctica para la Ejecución de Simulacros.

3.1.3 Protocolos de respuesta institucional

Una evacuación apropiada requiere también una intervención significativa de las autoridades locales, en coordinación con el Sistema de Protección Civil Local; esto, con el fin de garantizar un proceso de evacuación eficaz. Lo anterior debiese estar incorporado en el Plan de Emergencia Comunal a elaborar en base a la Metodología Acceder[2]. Las autoridades locales debieran considerar dentro de la formulación de sus protocolos y planes de contingencia, la evacuación de los edificios públicos hacia zona segura, prestando especial atención a recintos educacionales, centros de salud, recintos penitenciarios, lugares de asistencia masiva, personas en situación de discapacidad y adultos mayores.

Las autoridades locales deben considerar la evacuación de las zonas costeras de gran afluencia. En este contexto, se debe poner especial énfasis en la evacuación de playas, puertos y caletas. A su vez, se sugiere considerar las coordinaciones que serán necesarias para proveer de baños, agua potable e información a la población evacuada.

3.1.4 Preparación y ejercitación de la población

La comunidad residente o visitante en zona de amenaza debe ser educada y entrenada regularmente sobre el Plan de Emergencia Comunal existente. Se recomienda poner a prueba la comunicación de la alerta temprana, los equipos incluidos en el plan y el nivel de respuesta de los evacuados en el contexto de simulaciones y simulacros de evacuación.

Se sugiere que los ejercicios sean organizados por las autoridades locales y los organismos del Sistema de Protección Civil. Es ideal que estas organizaciones diseñen y participen en este tipo de ejercicios y analicen los resultados para una mejora continua.

Los planes de emergencia sólo son útiles si son conocidos, comprendidos y ejercitados por la mayor cantidad de población posible[3], por lo que se recomienda ponerlos a prueba a través de la realización de simulacros. Asimismo, la validación de los planes a través del entrenamiento de la población y autoridades, revela fortalezas, debilidades y brechas de los mismos, permitiendo una futura revisión y oportunidades de mejora.

---

[2] Ver Anexo 5: Metodología Acceder.

[3] Ver Anexo 6: Guía Práctica para la Ejecución de Simulacros.

Se pueden utilizar los ejercicios para educar a la comunidad en la respuesta a una variedad de escenarios de amenaza y probar aspectos de preparación ante las mismas, incluyendo la comunicación con la población, la eficacia de la coordinación entre los organismos del Sistema de Protección Civil, incluido el sector privado, los sistemas de alerta temprana, el flujo de la población evacuada, el apoyo a personas vulnerables, la señalética y rutas de evacuación. Se aconseja considerar un enfoque multisectorial para formar y ejercitar a la población, de manera de proporcionar un mensaje coherente, único y comprensible, de acuerdo con los procedimientos establecidos por Onemi.

Dentro de la planificación de una evacuación, debe considerarse el retorno de los evacuados de manera segura a sus hogares una vez que se cancele la alerta o alarma. Particular atención se requiere en la organización de simulacros de evacuación en edificios públicos y campañas de información para las minorías y grupos vulnerables.

Valdivia, Región de Los Ríos
Banco de imágenes Ditec
Diseñar en forma respetuosa con su entorno inmediato.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍAS PARA CÁLCULO DE ANCHOS DE VÍAS Y TIEMPOS DE EVACUACIÓN

4.1 CÁLCULO DEL ANCHO MÍNIMO PARA CADA VÍA DE EVACUACIÓN

Para el cálculo del ancho necesario (capacidad) que debería tener cada vía para albergar a la población, utilice la siguiente fórmula tomada de Redevu (2009) y Rahman et al. (2013):

Donde:
W = Ancho de la vía (metros)
u = Volumen de peatones (peatones/segundo)
k = Densidad de peatones promedio o concentración (peatones/metro cuadrado)
v = Velocidad efectiva promedio (metros/segundo)

$$W = \frac{u}{k \times v}$$

En primer lugar, el volumen de peatones (u) para efectos del presente manual se obtendrá a partir de la razón entre la máxima carga poblacional de la vía y el tiempo (en segundos) necesario para llegar a la zona fuera de amenaza antes de la llegada de la primera onda de tsunami. El tiempo de arribo se establece en 15 minutos (para el cálculo se empleará el equivalente en segundos, es decir, 900 segundos). Así, la fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$u = \frac{\text{máxima carga poblacional}}{\text{tiempo de arribo de tsunami}}$$

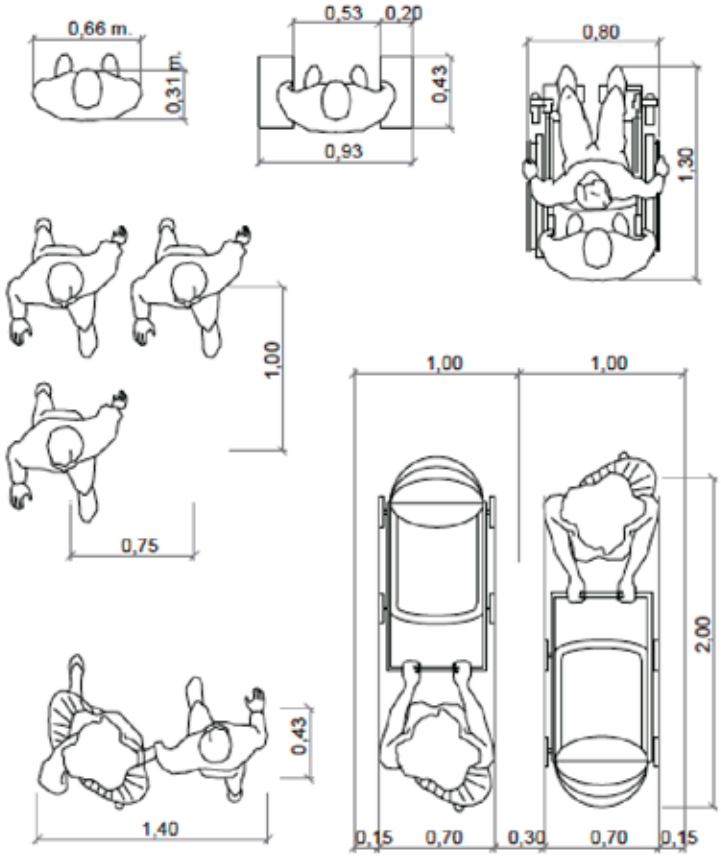
En segundo lugar, la densidad de peatones promedio (k) se establece en 1,0 peatones por metro cuadrado (Redevu, 2009), la que representa una densidad de tránsito intermedio que permite caminar unidireccionalmente sin mayores inconvenientes en un escenario de evacuación, si bien no representa una densidad de tránsito libre[1]. Sobre 1,55 peatones por metro cuadrado (Rahman et al., 2013), el contacto personal entre los peatones es inevitable con las consecuencias en términos de retrasos y congestión que se podrían producir.

[1] Según lo expuesto en Redevu (2009), sólo una densidad inferior a 0,4 peatones por metro cuadrado asegura el tránsito libre de las personas a lo largo de una ruta. Si bien es una situación ideal, es necesario que los anchos sugeridos para las vías de evacuación consensúen entre una densidad de evacuación aceptable y un ancho ajustado a los diseños urbanos existentes en la mayoría de las localidades costeras del país.

En tercer lugar, la velocidad efectiva promedio (v) se establece en 0,751 metros por segundo (Sugimoto et al., 2003) que es la velocidad promedio observada para un grupo de personas mayores caminando, es decir, la velocidad más lenta que podría alcanzar un peatón en un escenario de evacuación.

A pesar de lo anterior, una vía de evacuación no podrá tener un ancho inferior a 2,20 metros efectivos, que corresponde al ancho mínimo para evacuar en paralelo a dos personas en silla de ruedas, o la combinación de una silla de ruedas y un coche de paseo para niños pequeños, con un distanciamiento de 15 centimetros hacia ambos costados:

Ilustración 1: Dimensiones mínimas para el tránsito expedito en vías peatonales



Fuente: *Redevu (2009).*

4.2 METODOLOGÍAS EXPANDIDAS PARA EL CÁLCULO DE TIEMPOS DE EVACUACIÓN

4.2.1 Definiciones

Sistema de Información Geográfica (SIG): Colección organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar, modelar y desplegar –en todas sus formas– la información geográficamente referenciada con la finalidad de resolver problemas complejos de planificación y gestión. Combina un poderoso entorno para la visualización, a través de planos de comunicación y visualización, con un sólido marco de análisis y modelación que se basa en la ciencia de la geografía.

Arc-GIS: Software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) producido y comercializado por la empresa ESRI (Enviromental Systems Research Institute). Ofrece un marco escalable para la implementación de SIG para un usuario único o varios usuarios en escritorios, servidores, a través de Internet y en el campo.

Ejes viales: Línea que se define mediante los puntos medios o centrales de una calzada o vía peatonal. En la vialidad urbana generalmente se encuentra demarcada mediante una línea simple o doble, o segmentada de color blanco, que marca el límite entre el espacio vial de cada sentido del flujo vehicular (en el caso de las calles de doble sentido).

Impedancia: En el contexto del presente manual el concepto de impedancia se relaciona con la dificultad o costo que pueden representar diferentes variables al movimiento de un vector (peatones y automóviles), particularmente la influencia que éstas pueden producir en la disminución de la velocidad y, por ende, en los tiempos de evacuación. En las evacuaciones peatonales las impedancias más significativas son la pendiente y la materialidad de la ruta de evacuación (coberturas de suelo).

Agente: Es una representación computacional de un sujeto en movimiento (vector). La simulación de agentes es una metodología computacional compleja que permite construir y recrear un ambiente poblado artificialmente con agentes autónomos, los cuales son capaces de interactuar entre sí. Se representan a los individuos humanos como agentes autónomos con sentidos, reglas para tomar decisiones y actuar frente a un proceso de evacuación. La finalidad es establecer las rutas óptimas y/o más cortas y los tiempos de evacuación a áreas fuera de amenaza.

4.2.2 Cálculo de tiempos de evacuación a partir de redes (network analyst)

A continuación se detalla la metodología empleada para el cálculo de tiempos de evacuación, en el contexto del "Estudio de sismos y maremoto para las comunas costeras de las regiones de O'Higgins y del Maule", desarrollado por el Observatorio de Ciudades UC en 2010, por encargo de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (Subdere).

Para la construcción de la propuesta de sistema de evacuación para las localidades estudiadas, se utilizó el análisis de red proporcionado por el SIG ArcGIS, en el cual, a través del manejo de criterios y parámetros controlados, es posible obtener una zonificación automática generada a partir de tiempos de evacuación de acuerdo a factores topográficos.

A continuación se explican los procedimientos metodológicos, las herramientas usadas, los insumos y los productos obtenidos, organizados por etapa y por objetivos del estudio.

4.2.2.1 Preparación de los datos

Conectividad de la red

Para la preparación de los datos fue necesario recopilar información de vialidad correspondiente a los diagnósticos realizados para las diferentes localidades. Con el fin de obtener los insumos necesarios, se debieron preparar los datos antes de ser procesados en el análisis de red, para lo cual se requirió trasformar la vialidad de los planes reguladores en ejes viales, digitalizando una línea central entre cada borde de calle; en el caso de las localidades que no tenían red vial, se digitalizó sobre la fotografía aérea o la imagen satelital. Este procedimiento se realizó a través de la herramienta Editor/Sketch del SIG ArcGIS, a partir de lo cual se obtuvieron los ejes viales de las 26 localidades en formato shapefile y proyección UTM Datum WGS84.

Ilustración 2: Ejes viales representados según pendiente

Fuente: *Moris et al. (2010)*

Las correcciones realizadas se establecen considerando una política de conectividad por nodo final, verificándose y corrigiendo las discontinuidades de las 26 localidades estudiadas.

Una vez digitalizados los ejes viales existentes, para hacer extensiva la red a otros lugares donde no existen caminos pero sí el tránsito de personas, se digitalizaron los senderos y vías imaginarias en las playas, los cuales se conectaron a los ejes viales existentes. Este último paso se realizó con la misma herramienta utilizada anteriormente (y considerando la misma política de conectividad) y se obtuvieron como productos los ejes viales y los senderos incluidos en una misma cobertura.

Con la vialidad conectada se preparó la red para el análisis, esto se realizó mediante el uso de la herramienta Topology/Planarize del SIG ArcGIS, donde cada línea intersecada por otra se transformó en un arco independiente con su propio atributo, mientras que cada intersección se transformó en un nodo.

Definición de Impedancia

El siguiente paso a seguir fue insertar impedancias de tiempo de desplazamiento en cada arco, para ello primero se debió intersecar los ejes viales con la pendiente y esta última debió ser procesada anteriormente.

Ilustración 3: Ejes viales representados según pendiente

Fuente: *Moris et al. (2010)*

A través de la revisión bibliográfica de diversos planes de emergencia y parámetros de velocidad de desplazamiento para distintas pendientes, se seleccionaron dichos parámetros y se proyectaron a través de una línea de tendencia y una ecuación exponencial, con el fin de obtener valores de velocidad de desplazamiento para la totalidad de las pendientes obtenidas en el área de estudio. Para sintetizar la información recopilada, se agruparon las pendientes según rango y se promediaron las velocidades, obteniendo un valor por rango. El producto obtenido en esta fase fueron los valores de velocidad de desplazamiento para las distintas pendientes del terreno, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 1: Velocidades de desplazamiento según pendiente

PENDIENTES	KM / H
<5,6	4,48
5,6 - 8	3,29
8 - 11,2	2,72
11,2 - 14	2,17
14 - 30	1,12
>30	0,08
Fórmula:	5,3724*e (0,0757/2*X)

Fuente: *Moris et al. (2010)*

Seguidamente, se calcularon las pendientes del terreno a través de la confección en SIG (herramienta 3D Analysis /Surface Analyst) de un modelo de pendientes usando curvas de equidistancia de 2 metros. Estos valores fueron posteriormente reclasificados con la herramienta 3D Analysis/Reclasify, y transformados a polígono con Conversion/From Raster. Finalmente, se insertaron los valores de velocidad de desplazamiento según pendiente a los polígonos de pendiente.

Para seguir con el proceso de preparación de la red, las coberturas de ejes viales corregidos y los polígonos de pendiente de cada localidad fueron intersecados, utilizando la herramienta Analysis/Overlay/Intersect en SIG, obteniéndose como resultado las velocidades de desplazamiento en cada eje vial. Esta última cobertura fue corregida manualmente en los lugares donde la pendiente no se ajustaba a la pendiente real del camino. Finalmente, a la cobertura de ejes viales se le agregó un nuevo campo, calculando los tiempos de desplazamiento a partir de la velocidad de desplazamiento y la longitud de cada arco, con la siguiente formula:

$$\text{Tiempo} = (([\text{Shape\_Length}] \div 1000) \div [\text{velocidad}]) \times 3600$$

Con esto, se obtuvo el tiempo para cada uno de los arcos de la cobertura, posibilitando la carga de impedancias para el análisis de redes.

4.2.2.1 Modelación de impedancias

Sistematización de la información

Uno de los últimos procedimientos para finalizar la preparación de los datos fue la transformación de las coberturas en formato shapefile a formato GeoDatabase (GDB). Se creó un archivo con el nombre de cada localidad y se importaron shapefiles descritos

anteriormente como insumos y se organizaron dentro de un dataset llamado "Base". Consecutivamente, se crearon otros datasets para organizar las coberturas que se generaron posteriormente. La estructura del GDB se muestra a continuación.

Tabla 2: Estructura de geo data base

GDB	DATASET	FEATURECLASS
Localidad	Base	Coberturas obtenidas desde los planos diagnóstico del proyecto
	Modelación	Coberturas creadas a partir de las bases y que son de exclusivo funcionamiento para la modelación
	Plan de Evacuación	Coberturas generadas para ordenar las vías de evacuación
	Trabajo	Coberturas que se generan en los procesos intermedios, pero que no van en la cartografía

Fuente: *Moris et al. (2010)*

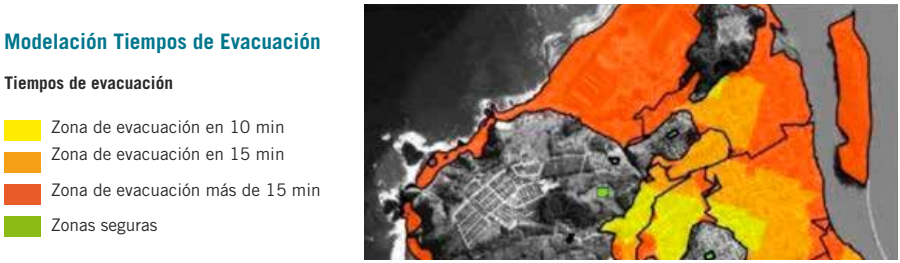
Finalmente, se crea la red usando como base la cobertura de ejes viales. Esta red creada en el SIG Arc-Catalog a través de la herramienta New Geodatabase/New, da como resultado un archivo llamado "Modelacion_ND", el cual está compuesto de los *ejes viales*, los *Junctions* (intersecciones) y los *Edges* (ejes de la red).

Con este último procedimiento se finaliza la preparación de los datos y se da paso a su procesamiento de estos, a través de la modelación de los tiempos de evacuación.

Cálculos de impedancia

Siguiendo con el desarrollo del segundo objetivo, se procedió a calcular las áreas de servicio, que en este caso representaron los tiempos de evacuación, recorriendo toda el área cubierta por la red (Modelación_ND) hasta los puntos de encuentro, generando así áreas de evacuación en 10 minutos, en 15 minutos, y entre 15 minutos y 60 minutos. Para realizar este procedimiento se utilizó la herramienta Network Analysis del SIG ArcGIS, en la cual se ingresaron los puntos de encuentro (shapefile de puntos) como facilities y se asignaron criterios para la modelación como el buffer de 100 metros para cada arco de la red, la geometría de polígonos en forma de anillos (sin intersecciones) y se ingresaron los tiempos de evacuación utilizando como base el campo "Tiempo" de la red, estableciendo en 600 segundos, 900 segundos y 3.600 segundos. Una vez ajustados todos los parámetros de la modelación, se ejecuta el comando *Solve*, y la modelación genera los polígonos (modelación 1). En esta etapa se obtienen como productos las áreas de servicio.

Ilustración 4: Zonas según modelación de tiempos de evacuación



Fuente: *Moris et al. (2010)*

Debido a que no todas las localidades poseen una eficiente interconectividad en sus ejes viales, seguidamente, se procedió a generar una propuesta de caminos nuevos en las localidades, enfocados principalmente en conectar de mejor manera la red y de unir la localidad con las áreas fuera de amenaza. Este proceso se realizó mediante la herramienta Editor/Sketch, utilizando como insumo el plan regulador comunal al que pertenece cada localidad, las áreas de servicio y los ejes viales. El producto obtenido fue una cobertura de vías propuestas, la cual fue ingresada en el GDB dentro del Dataset "Plan Evacuación".

El siguiente paso fue incluir las vías propuestas a los ejes viales; para ello primero se cruzaron con el polígono de pendientes a través del mismo procedimiento usado para obtener los ejes viales, luego se copiaron y se pegaron dentro de la cobertura de ejes viales y finalmente se corrigieron sus impedancias de tiempo.

Para concretar el procesamiento de datos, se procedió a calcular nuevamente las áreas de servicio, pero ahora utilizando la cobertura de ejes viales corregida. Con los anexos derivados del plan de evacuación no fue necesario rehacer la red ya que con la herramienta *Build entire network dataset* la red se autocorrige con base en la nueva edición realizada. Una vez reconstruida la red se ejecutó el comando *Solve* y se generaron las nuevas áreas de servicio (modelación 2), las cuales se exportaron como cobertura dentro del GDB al Dataset "trabajo" con el nombre de "Zonas_tiempo". El último paso para concretar este objetivo fue intersecar el producto obtenido con el área de inundación de tsunami modelada para el peor escenario, obteniéndose así las "Áreas a evacuar", las cuales contienen polígonos con las zonas de evacuación de 10 minutos, 15 minutos y entre 15 minutos y 60 minutos, dentro del área a evacuar por el tsunami.

4.2.3 Cálculo del tiempo de evacuación a partir de análisis con distancias de menor costo

A continuación se detalla la metodología empleada para el cálculo de tiempos de evacuación en la ciudad de La Serena, en el contexto del proyecto de titulación de

Loreto Tamburini (Geógrafo UC) denominado "Evaluación del potencial de evacuación frente a la amenaza de tsunami en la zona costera de la ciudad de La Serena, Región de Coquimbo", desarrollado para optar al grado académico de Magíster en Geografía y Geomática.

Esta metodología utilizó un modelo de simulación de los tiempos de evacuación a zonas fuera de amenaza, basado en el cálculo de las distancias de menor costo en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Estos modelos utilizan los SIG para calcular la ruta más corta hacia la seguridad desde cada ubicación en una zona de amenaza, considerando la dificultad de viajar como una superficie de costo, basado en consideraciones como la pendiente y cobertura de suelo. Estos modelos se basan en el desarrollo de una matriz espacial de celdas organizadas en filas y columnas (ráster), en la que cada celda contiene un valor que representa la dificultad o el costo de movimiento (Wood &Schmidtlein, 2012).

4.2.3.1 Recopilación, generación y procesamiento de información

Área expuesta y área fuera de amenaza

Para establecer la zona de amenaza o peligro frente a tsunami en La Serena, se reconstruyó el último evento significativo en el área de estudio, correspondiente al del 8 de julio de 1730. Para ello se utilizó una técnica de simulación numérica basada en el modelo no-lineal TUNAMI-N2, realizada en el Laboratorio de Investigación de Tsunami UC, en la cual, la zona de amenaza es considerada como zona de evacuación. Asimismo, se obtuvo el área fuera de amenaza, que corresponde a toda el área de estudio que se encuentre fuera de la zona de amenaza denotada por una línea sobre el límite máximo de inundación. Una vez establecida la zona de amenaza o área de evacuación y el área fuera de amenaza, se procedió a generar un ráster o matriz de celdas de tipo binario, donde 0 representa la zona de amenaza y 1 el área fuera de amenaza (Scheer et al., 2012).

Modelo digital de elevaciones

A partir de curvas de nivel de dos metros de equidistancia y cotas con elevaciones, se procedió a generar una superficie de red irregular de triángulos (TIN) mediante la herramienta 3D Analyst de ArcGIS. Una vez generado el TIN, se creó un Modelo Digital de Elevaciones (MDE), un ráster cuyos valores de celda se obtienen a partir de las elevaciones del TIN.

Coberturas de suelo

Se identifican y digitalizan las distintas coberturas de suelo a partir de imágenes satelitales. A cada una de las coberturas de suelo se le asignó un Valor de Conservación de Velocidad o SCV (Wood & Schmidtlein, 2012), establecido a partir de coeficientes de terreno (Soule & Goldman, 1972) que representan el costo energético relativo que implica moverse a través de diferentes tipos de terrenos, lo cual repercute en la velocidad que se puede alcanzar. Se asume que las construcciones, si bien tienen alta impedancia, es posible atravesarlas usando una puerta delantera y una puerta trasera y se jerarquiza la red vial según ancho, tráfico y materialidad, los que se combinan para representar a distintos SCV (Mück, 2008).

Tabla 3: Valor de conservación de velocidad para distintas coberturas de suelo

DESCRIPCIÓN	SCV
Camino Asfaltado	1
Camino de Tierra	0,91
Urbanizado	0,91
Terreno Baldío	0,56
Cultivo	0,83
Bosque	0,67
Matorral / Arbustivo	0,67
Pastizal / Herbáceo (Bajo)	0,83
Pastizal / Herbáceo (Alto)	0,75
Humedal	0,56
Construcción	0,05
Canal	0,56
Agua	0
Cerca Intraspasable	0
Cerca Traspasable	0,5
Arena	0,48
Red Vial	0,5-1
Sin Clasificar	0

Fuente: *L. Tamburini (2015) sobre la base de Soule & Goldman (1972), Mück (2008), White & Barber (2012) y Wood & Schmidtlein (2012).*

4.2.3.2 Cálculo de la distancia de menor costo

Se calculan las distancias al área fuera de amenaza usando un enfoque anisotrópico (Wood & Schmidtlein, 2012), el cual incluye la direccionalidad de la pendientes, es decir, si la caminata se realiza cuesta arriba, cuesta abajo o perpendicular a las curvas de nivel. Las distancias de menor costo fueron calculadas usando la herramienta PathDistance de ArcGIS. Para incorporar los factores verticales en el cálculo de la distancia de menor costo, sobre la base de lo propuesto por Wood &Schmidtlein (2012), se generó una tabla con los Valores de Conservación de la Velocidad (SCV) según pendiente basándose en el cálculo de la función de Tobler (1993), en donde:

$$W = 6 * e^{-3.5 * |Sf + 0.05|}$$

Dónde:

W = Velocidad de caminata en kilómetros por hora (km/hr)

e = Constante o número de Euler equivalente aproximadamente a 2,718

Sf = Pendiente Fraccional = dv/dh= tangente (rad)

En segundo lugar, para expresar los diferentes SCV según pendiente, se normalizó cada valor de velocidad de caminata en relación con la máxima velocidad posible de alcanzar, según la fórmula (pendiente cuesta bajo de -2,9º equivalente a 1,663 m/s). En tercer lugar, los SCV calculados (expresados en metros por segundo) fueron llevados a su inverso para expresarlos en unidades de tiempo (segundos por metro). Finalmente, usando la propuesta de Wood &Schmidtlein (2012), se revirtió la dirección de las pendientes (de pendientes positivas a negativas y viceversa), debido a que los algoritmos de distancia de menor costo ejecutados por la herramienta *PathDistance* comienzan desde el área fuera de amenaza y se expanden hacia la zona de amenaza, lo cual es lo opuesto a la dirección de evacuación (de la zona de amenaza a la zona fuera de amenaza).

Finalmente, se procedió a calcular la distancia de ruta de menor costo, en función al inverso de las coberturas del suelo y factores verticales, asignando como ráster de origen la máscara binaria que representa el área fuera de amenaza y como ráster de superficie, el Modelo Digital de Elevaciones (MDE).

4.2.3.3 Establecimiento y creación de velocidades de escape

Las personas que comienzan una evacuación frente a la amenaza del tsunami, pueden variar su habilidad para movilizarse y recorrer distancias en periodos de

tiempo acotados hasta llegar a un área fuera de amenaza, ya sea por sus habilidades físicas o porque cumplen roles durante la evacuación. Es por este motivo que para representar de mejor manera los diferentes tipos de personas que evacuan, y así realizar una evaluación más realista del potencial de evacuación, las superficies con las distancias de menor costo fueron ponderadas por un valor que representa la velocidad tipo que pueden alcanzar diferentes grupos de personas. Sobre la base de lo expuesto en Knoblauch et al. (1996), Sugimoto et al. (2003) y Wood &Schmidtlein (2012), las velocidades utilizadas son expuestas a continuación:

Tabla 4: Velocidades de escape

CATEGORÍA	VELOCIDAD (M/S)	FUENTE
Un grupo de personas ancianas	0,751	Sugimoto et al. (2003)
Una persona anciana	0,948[2]	Knoblauch et al. (1996); Sugimoto et al. (2003)
Una persona con un niño	1,020	Sugimoto et al. (2003)
Una persona empujando un coche	1,070	Sugimoto et al. (2003)
Una persona caminando lento	1,1[3]	Wood & Schmidtlein (2012b)
Una persona caminando moderadamente	1,22[4]	Knoblauch et al. (1996)
Una persona caminando rápido[1]	1,52[5]	Knoblauch et al. (1996)
Una persona caminando lento	1,79	Wood & Schmidtlein (2012b)
Una persona corriendo moderadamente	2,68	Wood & Schmidtlein (2012b)
Una persona corriendo rápido	3,83	Wood & Schmidtlein (2012b)

Fuente: *L. Tamburini (2015) sobre la base de Knoblauch et al. (1996), Sugimoto et al. (2003) y Wood & Schmidtlein (2012b).*

Usando las herramientas de creación ráster de ArcGIS, se generaron superficies que representaran cada una de estas velocidades. Por último, para transformar dichas velocidades en unidades de tiempo, se calculó el inverso multiplicativo mediante el uso de la herramienta Map Algebra.

[2] Knoblauch et al. (1996) indican una velocidad de 0,97 m/s para personas ancianas pero se utiliza lo propuesto por Sugimotoet al. (2003) ya que es ligeramente inferior.

[3] La velocidad de 1,1 m/s es considerada la velocidad promedio. Esta velocidad representa el 15 percentil de las velocidades de caminata para una población mixta y es la velocidad estándar en Estados Unidos.

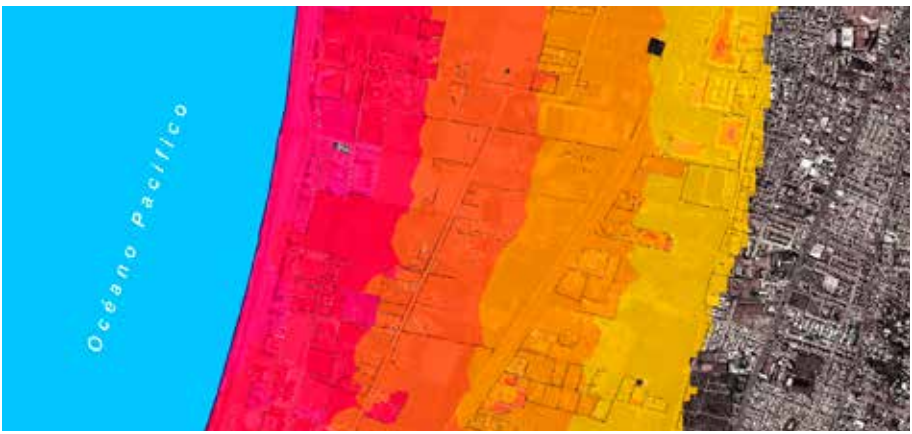
[4] Según la investigación empírica de Knoblauch et al. (1996), 1,22 m/s es la velocidad de caminata representativa para la población joven.

[5] Según la investigación empírica de Knoblauch et al. (1996), 1,52 m/s es la velocidad de caminata más rápida observada para la población joven.

4.2.3.4 Obtención de los tiempos de evacuación

La superficie con la distancia de menor costo obtenida mediante el enfoque anisotrópico, se combinó con las superficies de tiempo (segundos por metro) que representan las distintas velocidades de escape. Para ello cada ráster de velocidad fue multiplicado por la superficie de costo en Map Algebra y posteriormente transformadas a minutos. Así, para la velocidad base de 1,1 m/s, se obtuvo el siguiente resultado (Ilustración 10):

Ilustración 5: Tiempos de evacuación (velocidad de 1,1 m/s)



Fuente: *L. Tamburini (2015)*

4.2.4 Cálculo de tiempos de evacuación a partir de análisis con agentes

A continuación se detalla la metodología empleada para el cálculo de tiempos de evacuación en las ciudades de Iquique y Talcahuano, en el contexto del trabajo de investigación doctoral de Jorge León (PhD), denominado *"An urban form response to disaster vulnerability: improving tsunami evacuation in two Chilean cities"*.

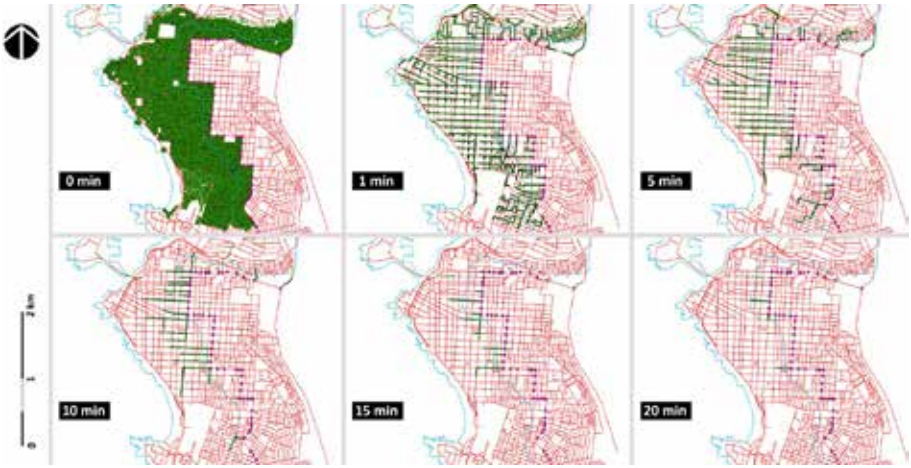
Esta metodología utilizó un modelo de agentes, que permiten simular interacciones y capturar el comportamiento grupal resultante de ellas, dentro de un sistema dinámico (Chen and Zhan, 2008). Además, estos modelos descomponen sistemas sociales complejos en unidades básicas, los "agentes"; cada uno de estos sigue un conjunto de reglas preprogramadas para interactuar entre ellos y con su entorno (Klüpfel, 2003). Después de un cierto número de iteraciones en una línea de tiempo, este sistema desarrolla diversos tipos de comportamiento denominados "complejo", "emergente" o "colectivo". En un modelo de evacuación este comportamiento

permite calcular el tiempo necesario para evacuar todos los agentes desde un área vulnerable (Chen and Zhan, 2008, Lämmel et al., 2010).

El modelo de evacuación de Iquique fue desarrollado en Agent Analyst[6], un software libre que integra Repast (modelador de agentes) con ArcGIS. El modelo incorporó cinco componentes esenciales: (I) una ubicación espacial para cada persona en riesgo de tsunami (el "agente"); (II) un "perímetro seguro" de calles como destino; (III) una ruta de evacuación por cada agente; (IV) un conjunto de reglas para el desplazamiento de los agentes; (V) un tiempo de partida para cada evacuado. Como área potencialmente inundable por tsunami se utilizó aquella establecida por la carta del SHOA (SHOA, 2012)

El modelo permitió calcular los tiempos estimados de evacuación peatonal de la población vulnerable en Iquique durante una emergencia de tsunami de campo cercano. Además, permitió examinar el impacto que una serie de posibles medidas de optimización de la forma urbana (creación de puntos de evacuación vertical, apertura de nuevas calles, peatonalización de otras, etc.) podrían tener en estos tiempos.

Ilustración 6: Imágenes del modelo "optimista" de evacuación



Fuente: *J. León (2015)*

[6] http://resources.argis.com/en/help/agent-analyst/

Distribuciones de población

El modelo asumió que toda la población ubicada entre la línea de costa y el "perímetro seguro" es vulnerable y por lo tanto debe evacuar en caso de un tsunami. Se examinaron dos escenarios de emergencia: diurno y nocturno. La distribución de población diurna se obtuvo del estudio origen-destino desarrollado en Iquique por el Ministerio de Transporte durante 2010 (Sectra, 2014). Este combinó fuentes de información como entrevistas, conteo de vehículos y proyecciones de datos censales, para desarrollar una distribución actualizada de población residente y de los viajes de entrada y salida (para distintas horas del día) en 51 "zonas de origen-destino" dentro de la ciudad. De esta forma se identificó una población vulnerable total de 103.881 personas en un peor escenario diurno (día de semana entre 7:30 y 9:00 am). En tanto, el mismo estudio permitió identificar un total de 83.331 evacuados durante una emergencia nocturna.

Perímetro de seguridad

El modelo requirió establecer un destino para cada uno de los evacuados ("agentes") dentro del área vulnerable a tsunami en Iquique. Con este objetivo, se definió un "perímetro de seguridad" de calles paralelas al bordemar, ubicadas fuera del área inundable (según la carta del SHOA). Estas calles fueron identificadas con base en el plan de evacuación vigente en la ciudad (Municipalidad de Iquique, 2011) y corroboradas luego en terreno.

El modelo trabajó con el supuesto de que cada agente tenía que recorrer la ruta más corta posible entre su posición vulnerable y el "perímetro seguro". Se consideró que este era un supuesto razonable para una ciudad como Iquique, donde la trama ortogonal de calles permite un acceso expedito hacia puntos de encuentro en caso de tsunami. Además, los simulacros que se han realizado con frecuencia en la ciudad han permitido informar a la población acerca de cuáles son las rutas más directas de salida de las zonas vulnerables.

Las rutas fueron obtenidas mediante la aplicación "ClosestFacility" incluida en la extensión "Network Analyst" de ArcGIS. Esta aplicación utiliza el algoritmo de Dijkstra (Johnson, 1973) para calcular la distancia más corta entre un "incidente" (en este caso, la ubicación de un agente) y un destino determinado (el perímetro seguro), a través de la red de calles. Cada una de estas rutas fue luego cargada al modelo de agentes.

Desplazamiento de agentes

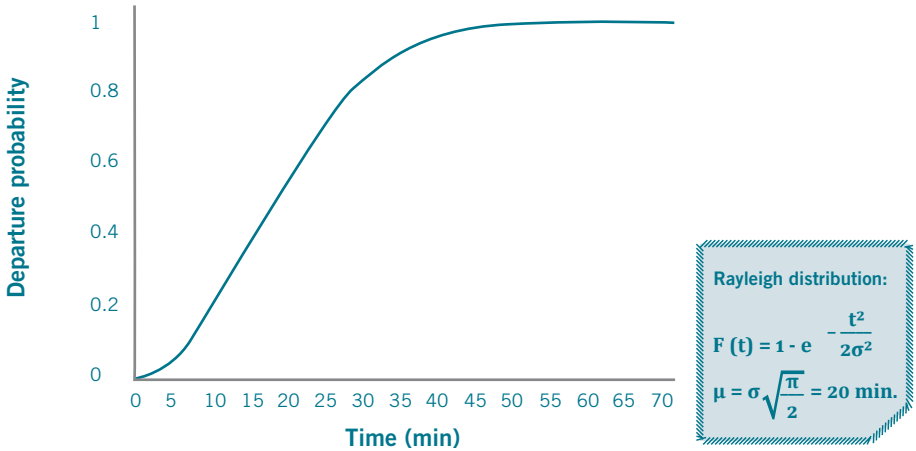
Cada agente fue programado para recorrer su ruta de escape asignada con una velocidad de desplazamiento de 1,4 metros por segundo, es decir alrededor de 5,04 kilómetros por hora (Daamen, 2004, Smith, 1995). Esta velocidad base podía reducirse por tres factores: (i) los cambios de pendiente (mientras más empinada era un ruta, más lento

el desplazamiento); (ii) el tráfico vehicular (calles con más autos implicaban menor espacio para los peatones y, por lo tanto, desplazamientos más lentos); (iii) densidad de evacuados (mayor número de agentes por área implicaba potenciales puntos de congestión). Estos factores eran evaluados por cada agente durante cada paso del modelo, en base a parámetros establecidos por el trabajo de Mück (2008), Post et al. (2009) y Smith (1995). Los datos para estos parámetros, en tanto, fueron obtenidos durante visitas a terreno y desde fuentes secundarias de información.

Tiempos de partida

El modelo evaluó dos posibles escenarios de evacuación en Iquique. El primero de ellos fue un escenario "optimista" donde todos los agentes comienzan a evacuar simultáneamente en un "tiempo 0" (es decir, inmediatamente concluido el terremoto tsunamigénico). El segundo escenario, en tanto, fue un caso "pesimista" donde algunos pocos agentes parten inmediatamente, luego el número se incrementa rápidamente, para finalmente disminuir hasta completar la evacuación. Este escenario fue modelado según una distribución probabilística de Rayleigh (Lindell and Prater, 2007, Mas et al., 2012, Mas et al., 2013), definida a partir de un tiempo medio de partida del total de evacuados (μ) igual a 20 minutos. Como cada uno de los agentes escogió aleatoriamente un tiempo de partida desde esta distribución, el resultado fue un tiempo total de evacuación para la ciudad distinto durante cada ciclo del modelo. Para recoger este efecto estocástico el modelo fue ejecutado 50 veces, calculándose un tiempo de evacuación resultante promedio.

Ilustración 7: Distribución acumulada de rayleigh de tiempos de partida para evacuados, con un tiempo medio (m) de 20 minutos



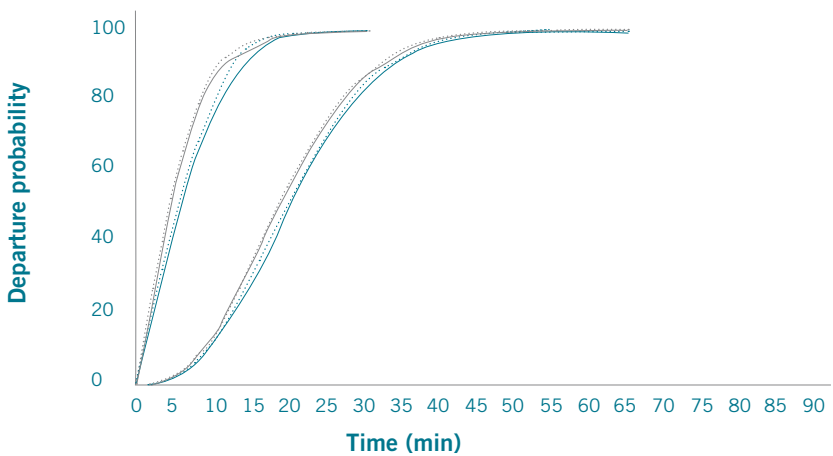
Fuente: *J. León (2015) adaptado de Mas et al. (2012) and Mas, Adriano, and Koshimura (2013).*

Resultados

El modelo permitió evaluar los escenarios "optimista" y "pesimista" durante el día y la noche, bajo las condiciones actuales y también incluyendo el efecto de potenciales cambios en la forma urbana. Además permitió obtener para el caso "optimista" los tiempos de evacuación asociados a la localización de los agentes dentro del área vulnerable de Iquique.

Los resultados muestran que la ciudad puede alcanzar una tasa potencialmente alta de evacuación durante los primeros 20 minutos de evacuación, alrededor del 90%, en el caso de que la población inicie el proceso de forma inmediata una vez concluido el terremoto tsunamigénico. Sin embargo, un escenario "pesimista", de partidas demoradas, muestra que solo alrededor de un 26% de la población diurna, y un 30% de la nocturna, podría alcanzar áreas fuera de amenaza durante ese tiempo. Más aún, una evacuación completa de Iquique podría tomar alrededor de una hora y media. En tanto, las medidas de mejora propuestas en la forma urbana, mejorarían las tasas de evacuación en alrededor de un 5% durante los críticos primeros 20 minutos de evacuación. Sin embargo, su impacto sería particularmente importante en las dos áreas más vulnerables de la ciudad: la Zofri y el puerto. En el primer caso, el tiempo total de evacuación podría reducirse de 42 a 28 minutos en el escenario "optimista" diurno, mientras que en el caso del puerto, el tiempo necesario para evacuar bajaría de 36 a 23 minutos.

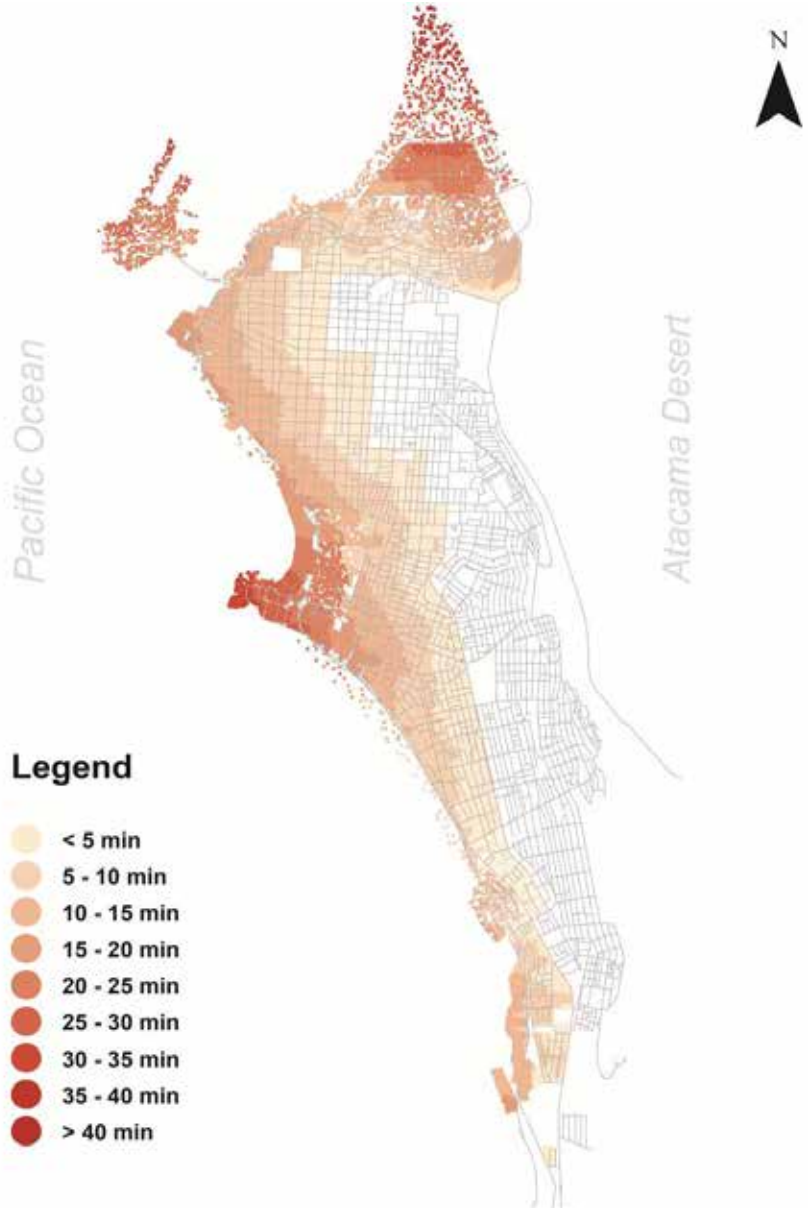
Ilustración 8: Porcentaje de evacuados en áreas fuera de amenaza en iquique



Según tiempo transcurrido de evacuación. Las líneas continuas muestran la situación actual durante los escenarios "optimistas" diurno (en rojo) y nocturno (en azul), y "pesimistas" diurno (en naranjo) y nocturno (en verde). Las líneas segmentadas, en tanto, muestran esos mismos escenarios con el efecto de las modificaciones en la forma urbana propuestas por la investigación.

Fuente: *J. León (2015).*

Ilustración 9: Tiempos de evacuación de la población vulnerable a tsunami en iquique, según la ubicación inicial, durante un escenario diurno "optimista"



Fuente: *J. León (2015).*

Dichato, Región de Biobío
Escuela de Diseño Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)

ANEXOS

Anexo 1: Información y requisitos de postulación a programas

1.1 PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS (PREMIR), SUBDERE

1.1.1 Criterios generales de postulación

Podrán postular a esta fuente de financiamiento todos los municipios y asociaciones municipales con personalidad jurídica.

Cada municipio podrá elaborar y presentar uno o más proyectos para financiamiento parcial o total, los que deben cumplir con las tipologías del programa, el cual se rige por la Ley de Presupuesto, según año en curso, Programa 03, Subtítulo 24, Glosa N° 3, de Subdere.

1.1.2 Documentos de postulación

Para la postulación a un posible financiamiento al Programa Premir, la documentación mínima a presentar es:

a. Oficio conductor del (la) alcalde(sa) dirigido al subsecretario, solicitando financiamiento

b. Términos de referencia

c. Presupuesto desglosado que avale el monto de recursos requerido

d. Tres cotizaciones que respalden el monto solicitado

e. Carta Gantt

f. Ficha de identificación del proyecto según formato

Los documentos deben estar timbrados y firmados por el funcionario municipal responsable que realiza la presentación de la(s) iniciativa(s). Esta documentación debe ser enviada oficialmente a través de Oficina de Partes de Nivel Central con copia a la Unidad Regional Subdere (URS) correspondiente.

Contacto y coordinación para postulación:
Jefatura de Departamento Local, División de Municipalidades | Teléfono: 2-2636 39 07
MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO
“PROGRAMA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE RIESGOS”

1.2 PROGRAMA DE MEJORAMIENTO URBANO (PMU), SUBDERE

1.2.1 De la postulación

Todos los proyectos que postulen municipalidades o asociaciones municipales con personalidad jurídica al Programa de Mejoramiento Urbano y Equipamiento Comunal (PMU), deberán completar toda la información requerida, así como adjuntar la documentación obligatoria, a través de la plataforma digital[1].

Los proyectos de costo total inferior al indicado en la glosa presupuestaria anual quedarán exentos del informe del Ministerio de Desarrollo Social a que se refiere el Artículo 19 bis del DL N°1.263 de 1975.

Si el usuario, o usuaria, no posee clave de ingreso al sistema, la podrá obtener solicitándola mediante oficio del alcalde o presidente de la Asociación de Municipalidades a la jefatura de la Unidad Regional Subdere (URS), indicando: nombre completo, RUT, cargo, correo electrónico y teléfono del funcionario(a) solicitante. Con posterioridad a este trámite, la clave le será remitida a su correo electrónico.

1. Ficha de ingreso al sistema

Cada uno de los proyectos deberá contener obligatoriamente toda la información solicitada en la ficha de postulación: población beneficiaria, localidad, coordenadas geográficas, número de empleos, etc.

Además, deberá identificar el subprograma asociado a una letra, considerando las siguientes definiciones:

- **A.** Línea Emergencia del Fondo Infraestructura Educacional (FIE, cuando existan convocatorias)
- **B.** Línea Tradicional (ex IRAL)
- **C.** Línea Emergencia
- **D.** Línea Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT, cuando existan convocatorias)
- **E.** Otros

Cada proyecto debe ser concebido de manera independiente y autosuficiente, capaz de dar una respuesta completa e integral a una necesidad de la comunidad local, es decir, no puede corresponder a una etapa de un proyecto mayor.

[1] http://www.Subdereenlinea.gov.cl

El nombre del proyecto no debe contener símbolos de ningún tipo y debe ser descriptivo de la intervención a realizar, según se trate de una construcción, ampliación, reparación u otro.

Cuando se postule un proyecto de la línea FIE, identificado con la letra "A", se deberá registrar de manera obligatoria el Rol Base de Datos (RBD) del establecimiento educacional.

2. Documentos

La plataforma[2] posee los campos específicos para subir toda la documentación requerida del proyecto. Para ello es necesario que el/la usuario(a) siga su orden y con ello evitar la observación sobre el proyecto.

Los documentos a presentar obligatoriamente son los siguientes:

a. **Planos:** De arquitectura, cortes, elevaciones, detalles, emplazamiento y los elementos gráficos que se estimen necesarios para la evaluación y ejecución del proyecto, dependiendo de la naturaleza de éste. Todos los planos deberán contar con nombre y firma de un profesional municipal competente en el área de la construcción (arquitecto, ingeniero civil o constructor civil, entre otros). Los archivos deberán adjuntarse en formato PDF, procurando la legibilidad de la información. Si hubiesen varios planos, deberá generar un archivo que contenga toda la documentación requerida. No obstante lo anterior, esta subsecretaría podría solicitar el formato DWG si lo estimara necesario.

b. **Especificaciones técnicas:** Éstas deberán describir solamente las partidas que se ejecutarán, ser coherentes con las señaladas en el presupuesto, manteniendo mismo orden y numeración de ítem, contar con nombre y firma de un profesional municipal competente en el área de la construcción (arquitecto, ingeniero civil o constructor civil, por ejemplo). Se deberán adjuntar en formato PDF.

c. **Presupuesto desglosado:** Debe ser legible, coherente con la modalidad de ejecución elegida (licitación o administración directa) y con el monto indicado en la ficha de ingreso. Debe contener todas las partidas descritas en las especificaciones técnicas, manteniendo mismo orden y numeración de ítem, además de contar con nombre y firma de un profesional municipal competente en el área de la construcción (arquitecto, ingeniero civil o constructor civil, entre otros). Se deberán adjuntar en formato PDF.

[2] http://www.Subdereenlinea.gov.cl

d. Modalidades de ejecución

- **Administración directa:** Modalidad en que la municipalidad ejecutará y administrará directamente la obra, contratando a los trabajadores y comprando los materiales para la ejecución del proyecto. En este caso, el presupuesto deberá tener el siguiente desglose[3]:

  1. Insumos, unidad, cantidad, valor unitario y valor total
  2. Materiales de construcción
  3. Implementos de seguridad[4]
  4. Herramientas[5]
  5. IVA (19%)
  6. Mano de obra[6]
  7. Total general

- **Licitación:** Modalidad en que la municipalidad ejecutará el proyecto mediante un tercero. Puede licitar a través del portal Mercado Público, realizar un trato directo, una licitación privada o utilizar la modalidad de Convenio Marco, todo ello de acuerdo con las normas aplicables en la materia. En este caso el presupuesto deberá tener el siguiente desflose:

  1. Nombre de la partida, unidad (m^2, m^3, ml, gl, etc), cantidad, valor unitario
  2. Valor total
  3. Partida (en concordancia con EE.TT.)
  4. Gastos generales[7]
  5. Utilidades
  6. IVA (19%)
  7. Total general

---

[3] Toda documentación debe ser firmada manualmente y luego escaneada; se precisa que insertar firmas digitalmente en cualquier documento formal puede considerarse como falsificación de instrumento público.

[4] Se podrán financiar implementos de seguridad para los trabajadores(as), de acuerdo con lo exigido en la ley, tales como, bloqueadores solares, ropa de trabajo, botas de seguridad, guantes, etc.

[5] Se podrán financiar fletes y herramientas fungibles sin motor, tales como, rastrillos, escobas, palas, carretillas; se podrán financiar, además, arriendos de maquinaria, como betoneras, compactadoras, etc.

[6] La contratación de los trabajadores(as) deberá realizarse según normas del Código del Trabajo. Se debe considerar que la contratación de mano de obra incluye solamente el personal relacionado directamente a ésta, quedando excluidos cualquier consultor o personal administrativo, entendiéndose que para llevar a cabo un proyecto por administración directa la municipalidad cuenta con el personal para desempeñar dichas funciones.

[7] En aquellos casos en que la suma de los gastos generales y utilidades sean superiores al 25%, deben justificarse junto al presupuesto.

e. Factibilidad: Este punto es de gran importancia y debe contar con:

- Oficio del alcalde o presidente de la Asociación de Municipalidades, dirigido al subsecretario de Desarrollo Regional y Administrativo, para proyectos postulados a los subprogramas Emergencia "C" y Fondo Infraestructura Educacional (FIE) "A", donde solicita la priorización del proyecto.

- De acuerdo con lo dispuesto en la glosa presupuestaria del PMU, para el año de vigencia de esta guía operativa[8], se financiarán proyectos de inversión orientados a generar empleo y que permitan mejorar la calidad de vida de la población más pobre, además de proyectos que se ejecuten en terrenos o inmuebles que constituyan bienes comunes de propiedad de comunidades agrícolas, o ubicados en condominios de viviendas sociales, y aquellos conformados de acuerdo con las leyes N°15.020 y N°16.640 sobre reforma agraria, y N°19.253, Ley Indígena, o de propiedad de organizaciones deportivas con personalidad jurídica, juntas de vecinos y demás organizaciones comunitarias acogidas a la Ley N°19.418.

- Se deberá presentar el documento vigente que acredite la tenencia de la propiedad o, en su defecto, la declaración de la Dirección de Obras Municipales[9] (DOM) de Bien Nacional de Uso Público (BNUP), respecto del lugar donde se emplazará la obra. Los documentos tienen una vigencia máxima de un año desde la fecha de postulación.

- Certificado de Factibilidad Técnica del Director de Obras Municipales (DOM), cuando se refiera a construcciones nuevas o ampliaciones, indicando que cumple con la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) o permiso de edificación o anteproyecto aprobados.

- Certificado de Factibilidad del DOM respecto al suministro de agua potable, alcantarillado y electricidad, cuando el proyecto contemple construcciones nuevas o ampliaciones que lo requieran o certificado de las empresas proveedoras del servicio.

- Acuerdo del Concejo Municipal cuando se comprometan recursos propios, identificando nombre del proyecto y monto complementario.

---

[8] Disponible en http://www.dipres.gob.cl/595/articles-140479_doc_pdf.pdf

[9] En caso de que no exista director de obras, los certificados deberán ser firmados por el secretario municipal junto con el profesional responsable del proyecto.

- Compromiso alcaldicio o acuerdo del Concejo Municipal cuando se trate de obras que requieran mantención a futuro, tales como plazas, alumbrado público, implementación deportiva, sedes sociales, infraestructura de servicios municipales, etc. En el caso de obras que no sean de administración municipal, se deberá adjuntar carta de propietario o administrador comprometiendo la mantención de la misma.

- En el caso de los proyectos de la línea "A" Emergencia FIE, deberán contar con el certificado de visación de la Seremi de Educación respectiva.

- En el caso de los proyectos que intervengan establecimientos educacionales con nuevas construcciones o modificaciones de programa arquitectónico que postulen a la línea "B" Tradicional o "C" Emergencia, también deberán contar con visación de Seremi de Educación respectiva.

- En el caso de proyectos que para su ejecución requieran de autorizaciones de otros organismos o instituciones, deberán acompañar el debido certificado de visación, por ejemplo: concesiones, salud, vialidad, etc.

- Los proyectos financiados por la línea MTT, deberán contar con la visación técnica de la Secretaría Ministerial de Transportes y Telecomunicaciones de la región a la cual pertenezca el municipio que postula el proyecto.

- Otros documentos que sean necesarios para viabilizar la elegibilidad del proyecto.

3. Fotografías

Cada uno de los proyectos deberá adjuntar al menos 3 fotografías a color que muestren claramente la necesidad de ejecutar el proyecto, o bien, el lugar donde se emplazará la construcción. Las fotografías pueden subirlas en formato PDF o JPG y deben cautelar que posean buena nitidez.

4. Comentarios u observaciones

Se podrá utilizar esta sección para informar otros asuntos que no se especifiquen en la ficha de ingreso, o bien, que no se encuentren contenidos en los antecedentes técnicos.

5. Para el caso de catástrofes

Aquellas comunas que hayan sido decretadas como "zona de catástrofe" por el Ministerio del Interior y Seguridad Pública, podrán postular proyectos presentando una ficha

simplificada[10] como único documento, permitiendo de manera breve, generar iniciativas que brinden respuestas rápidas y eficientes a las necesidades de la comunidad afectada.

1.2.2 De la revisión técnica y administrativa del proyecto

I. Una vez postulado un proyecto, se obtiene en la plataforma el estado "Creación municipal". A continuación el proyecto pasa a la Unidad Regional Subdere (URS) respectiva donde será revisado técnica y administrativamente. De cumplir con los requisitos, los proyectos postulados al subprograma tradicional avanzan al estado "En revisión intendente" o al estado "Evaluación técnica", los postulados a los subprogramas Emergencia FIE "A" y Emergencia "C".

II. El (la) intendente(a) regional revisará el proyecto postulado al subprograma tradicional, visándolo mediante la emisión de un oficio dirigido al subsecretario(a) de Desarrollo Regional y Administrativo (Subdere). Este oficio solicita la aprobación del proyecto, el cual debe incorporarse escaneado en la plataforma. Cumplido este procedimiento, el proyecto adequiere el estado de "Evaluación Técnica".

III. Los proyectos que se encuentran en estado de "Evaluación Técnica", deberán obtener el estado "Elegible", clasificación otorgada por Subdere cuando el proyecto cumple con todos los requisitos técnicos y financieros solicitados por el PMU. Obtenido dicho estado, el proyecto puede optar a financiamiento. Si existiese alguna observación, será informada por la plataforma mediante un correo electrónico al usuario, o usuaria, municipal responsable del proyecto. Por motivos de vigencia de los presupuestos, los proyectos en estado "Elegible" podrán permanecer un máximo de dos años en la plataforma desde el año de creación, luego de lo cual serán derivados al municipio emisor para la actualización de los antecedentes, o en su defecto para su eliminación.

IV. Los proyectos en estado "Aprobado" corresponderán a iniciativas que cuenten con financiamiento PMU. Los asesores del programa cargarán la Resolución de Aprobación a la plataforma Subdere en línea, comunicando este acto a la municipalidad a través del mismo sistema, para que se inicie el proceso de licitación o decrete la administración directa, según corresponda, dentro del plazo máximo de treinta días corridos, contados desde la fecha de obtención del estado "Aprobado"[11]. Terminado dicho plazo y no habiéndose contratado o informado de los posibles contratiempos, Subdere entenderá que el o los proyectos no se ejecutarán y podrá proceder a la reasignación de los recursos.

---

[10] Este formato se encuentra a disposición para las municipalidades del país en la plataforma www.Subderenlinea.gov.cl

[11] En la plataforma http://Subdereenlinea.gov.cl

1.2.3 Modificación de proyectos aprobados

I. Las solicitudes por cambios de modalidad de ejecución, cambios de emplazamientos, modificaciones de partidas (aumentos, disminuciones y eliminación) y aumentos de obras (obras extraordinarias) de las iniciativas, deberán ser enviadas directamente a la jefatura de cada Unidad Regional Subdere (URS), teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

a. Los documentos que respaldan la solicitud no deben ser subidos a la bitácora de la plataforma Subdere en línea hasta contar con el oficio de respuesta de Subdere nivel central.

b. Las solicitudes de modificación deben presentarse antes de su adjudicación o, en su defecto, antes de decretada su ejecución con la modalidad administración directa.

c. Para los casos excepcionales de un proyecto en ejecución en donde se soliciten cambios de cualquier tipo, el proyecto deberá contar con contrato vigente y las obras (a modificar) no deberán estar ejecutadas.

d. Para cambios en la modalidad de ejecución, se deberá adjuntar al oficio alcaldicio un informe técnico del responsable del proyecto, además del nuevo presupuesto. Si el proyecto ha sufrido modificaciones, se deberán incluir las especificaciones técnicas y los planos respectivos

e. Para aumento de obras (obras complementarias), se deberá remitir el oficio alcaldicio junto al informe técnico del responsable del proyecto, planos, especificaciones técnicas y nuevo presupuesto. Las partidas nuevas deberán incluir un análisis de precios unitarios firmado por el ITO.

f. Para modificaciones de partidas (aumentos, disminuciones, eliminación) donde los motivos de los cambios fortalecen el proyecto y no desvirtúan su sentido, se deberá adjuntar un informe técnico del responsable del proyecto justificando los cambios de partidas, las especificaciones técnicas, un plano de la situación aprobada y situación propuesta, así como el presupuesto inicial y final, indicando en una nueva columna las variaciones. En todo caso, dichas modificaciones no pueden ser superiores al 25% del monto aprobado, de lo contrario se entenderá como una nueva iniciativa, debiendo iniciar un nuevo proceso de postulación. En casos excepcionales y debidamente fundamentados podrá exceder este porcentaje.

g. Para cambio de emplazamiento de algún proyecto, deberá adjuntar un informe técnico del responsable del proyecto que explique las razones del cambio, planos, especificaciones técnicas, presupuesto desglosado, además de cumplir con lo indicado sobre factibilidad en esta guía operativa. Asimismo, se deberá incluir un certificado del alcalde indicando que no hay variación en la localidad beneficiada originalmente identificada en la ficha de ingreso de postulación.

h. Para modificaciones de obras, de proyectos financiados bajo la línea FIE, se deberá solicitar la autorización respectiva directamente al Ministerio de Educación, Subsecretaría de Educación, Jefe de División de Planificación y Presupuesto, con copia a Subdere. Será el Ministerio de Educación quien comunicará su decisión a la municipalidad con copia a Subdere.

i. Para cualquier modificación respecto de algún proyecto aprobado en la línea de financiamiento MTT, se deberá solicitar la autorización respectiva directamente a la Subsecretaría de Trasportes con copia a la Subdere. La Subsecretaría de Transportes informará de su decisión a la municipalidad con copia a Subdere.

j. Para cualquier modificación respecto de proyectos con Recomendación Social (RS), se deberá contemplar la normativa del Sistema Nacional de Inversiones, solicitando la autorización respectiva directamente al Ministerio de Desarrollo Social con copia a Subdere. El Ministerio de Desarrollo Social informará de su decisión a la municipalidad respectiva con copia a Subdere.

k. De existir aporte municipal o de terceros, se deberá indicar el monto del aporte en cada partida, adjuntando el respectivo acuerdo del Concejo Municipal.

l. En ningún caso el PMU suplementará los recursos previamente asignados.

II. La Unidad Regional Subdere (URS) emitirá una respuesta de observaciones a la municipalidad o visación preliminar a la Subdere en Nivel Central, en un plazo no mayor a siete días hábiles desde la recepción de ésta, enviándola junto a la documentación de respaldo a través del sistema documental. El Nivel Central emitirá un oficio de respuesta al alcalde con copia a la URS en un plazo no mayor a 10 días hábiles desde la aprobación de la documentación presentada.

1.2.4 De la ejecución

La ejecución de las obras deberá realizarse de acuerdo con la modalidad de ejecución

postulada, debiendo existir coherencia con la solicitud de giros. Es fundamental que la ejecución se realice en los tiempos programados e informados a Subdere, con objeto de optimizar la ejecución presupuestaria del programa. El no cumplimiento de lo anterior podría influir en la aprobación de nuevos proyectos.

Una vez realizada la contratación de la ejecución de la obra, o decretada su ejecución en la modalidad administración directa, la municipalidad deberá ingresar según corresponda, los antecedentes necesarios para dejar en estado de "Ejecución" la nómina o el contrato registrado. Los documentos mínimos requeridos para cada uno de los casos, son los siguientes:

a. Administración directa

- Fotocopia simple del decreto alcaldicio o resolución que apruebe la modalidad de ejecución de obras por administración directa, señalando al profesional que se hará cargo de la obra y explicitando que el personal será contratado bajo la modalidad de Código del Trabajo.

- Nómina de personas contratadas: se debe ingresar nombre, RUT, dirección y remuneración de los trabajadores(as). Esta nómina deberá quedar en estado de "Ejecución", para luego imprimirla desde la plataforma, y así pueda ser firmada y timbrada por el encargado de la obra. Finalmente, este documento debe ser escaneado y cargado al módulo "Licitación/Contratos y Administración Directa".

b. Licitación y contrato

• Cuando se registre(n) el o los contratos en el módulo "Licitación/Contratos y Administración Directa", se deberán completar de manera obligatoria los campos del empleo generado por género.

- Fotocopia simple del contrato de obras.
- Fotocopia simple de decreto o resolución que aprueba el contrato.
- Fotocopia simple de decreto alcaldicio o resolución, que apruebe la adjudicación de la empresa que ejecutará las obras y en el cual se indique quién será la Unidad Ejecutora del proyecto.
- Fotocopia simple del acta de entrega de terreno indicando, además, la fecha de término de las obras.
- Fotocopia simple del instrumento que garantice el fiel cumplimiento del contrato (Ej.: boletas de garantía, vale vista, etc.), en donde se explicite con claridad el nombre del proyecto.

- Fotocopia simple del convenio mandato entre la Corporación Municipal y la municipalidad, cuando el proyecto sea ejecutado por la Corporación (incluirla junto al decreto de adjudicación).

1.2.5 De la solicitud de giro

La solicitud de los giros se deberá realizar de acuerdo con el calendario fijado para el año en curso[12], junto a la publicación de transferencias realizadas. Una vez adjudicados o decretados como "Administración Directa", los proyectos deben solicitar los recursos respectivos no más allá de 30 días de producidos los actos administrativos mencionados, con el fin de asegurar que la municipalidad disponga de los recursos necesarios para ejecución de la obra y dé una adecuada respuesta a los compromisos financieros que de la misma hubiera contraído.

Los giros se llevarán a cabo siempre y cuando la municipalidad solicitante de los recursos haya enviado dentro del período (fechas programadas en el calendario de giros), los informes de rendición mensual correspondientes[13]. De no cumplir con este requisito, las remesas serán devueltas al municipio.

Los documentos mínimos requeridos para las solicitudes de giro que la municipalidad deberá subir a la plataforma[13] son los siguientes:

1.2.5.1 Para la ejecución de obras mediante modalidad de administración directa

I. Primera Solicitud de Transferencia

a. **Anticipo + Estados de Pagos:** Las municipalidades y asociaciones de municipalidades podrán solicitar un anticipo de, a lo menos, el 40%, junto con el inicio de las obras.

- Oficio conductor de la municipalidad a esta subsecretaría.
- Fotografías de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado. De no estar aún instalado se exigirá en la solicitud respectiva[14].

[12] Ver en: http://www.Subdereenlinea.gov.cl

[13] Ver en: http://www.Subdereenlinea.gov.cl/ y http://www.Subdereenlinea2.gov.cl

[14] Ver en: http://www.Subdere.gov.cl/documentacion/manual-de-vallas-2015

b. Estado de Pago

- Oficio conductor de la municipalidad a la subsecretaría de Desarrollo Regional .

- Fotografías en color de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado, exigiendo similar solicitud a la planteada en el punto anterior[15].

- Gastos:

  - Nómina de trabajadores firmada y timbrada.

  - Fotocopia simple de factura(s), si hubieren en esta etapa del proyecto. En el caso que la factura no indique el detalle de la adquisición de los materiales, se deberá adjuntar, además, la orden de compra o guía de despacho donde se detallen los materiales. Esta documentación deberá detallar el código y/o nombre del proyecto[15].

c. Única Transferencia contra Estado(s) de Pago(s)

- Oficio conductor de la municipalidad a Subdere.

- Fotografías en color de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado[15].

- Acta de recepción provisoria y carta del contratista que solicitó la recepción de obras del proyecto.

- Gastos:

  - Nómina(s) de trabajadores firmada y timbrada por el coordinador del proyecto.

  - Fotocopia simple de factura(s). En el caso que la factura no indique el detalle de la adquisición de los materiales, se deberá adjuntar además, la orden de compra o guía de despacho donde se detallen los materiales. Esta documentación deberá detallar el código y/o nombre del proyecto[16].

[15] (MIN.INT. (Circ) N° 0228 del 29.12.2015)

II. Siguientes Solicitudes de Transferencias

- Oficio conductor de la municipalidad a Subdere.

- Informe mensual de gastos a partir de la primera transferencia conforme con lo dictado en la Resolución 30 de 2015, de la Contraloría General de la República. Este documento se obtiene del módulo Informe de Rendición Mensual de la plataforma Subdere[13]. Deberá adjuntar un informe por cada mes posterior a la primera transferencia de recursos.

- Comprobante de ingreso municipal por los recursos percibidos.

- Fotografías en color de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado[15].

- Lo que rinde:

  - Fotocopia simple de Decreto de Pago totalmente tramitado, es decir, con las visaciones de todos los funcionarios municipales responsables, acompañado de su respectivo egreso, o documento que acredite el pago al contratista.

- Lo que solicita:

  - Nómina (s) de trabajadores firmada y timbrada por el coordinador del proyecto.

  - Fotocopia simple de factura(s). En el caso que la factura no indique el detalle de la adquisición de los materiales, se deberá adjuntar, además, la orden de compra o guía de despacho donde se detallen los materiales. Esta documentación deberá detallar el código y/o nombre del proyecto[16].

III. Solicitud de Última Transferencia

Para solicitar este trámite se deberá escoger la opción “Solicitar Última Transferencia”

- Oficio conductor de la municipalidad a Subdere.

- Fotografías en color de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado.

- Acta Recepción Provisoria y carta del contratista que solicitó la recepción de obras del proyecto[15].

- Lo que rinde:

  - Fotocopia simple de Decreto(s) de Pago totalmente tramitado(s), es decir, con las visaciones de todos los funcionarios municipales responsables, acompañado de su respectivo egreso, o documento que acredite el pago al contratista.

- Lo que solicita:

  - Nómina(s) de trabajadores firmada y timbrada por el coordinador del proyecto.

  - Fotocopia simple de factura(s). En el caso que la factura no indique el detalle de la adquisición de los materiales, se deberá adjuntar, además, la orden de compra o guía de despacho donde se detallen los materiales. Esta documentación deberá detallar el código y/o nombre del proyecto[16].

1.2.5.2 Para ejecución de obras mediante modalidad de licitación

I. Primera solicitud de transferencia

Se deben registrar todas las licitaciones, sean estas declaradas desiertas o adjudicadas. Una vez adjudicada la iniciativa se deberán ingresar los siguientes documentos:

a. Anticipo[16] + Estados de Pago

Las municipalidades y asociaciones de municipalidades podrán solicitar un anticipo de, a lo menos, el 40%, junto con el inicio de las obras. Para estos efectos deberán subir a la plataforma digital[13], la siguiente documentación:

- Oficio conductor de la municipalidad a Subdere.

- Fotografías en color de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado, de no estar aún instalado se exigirá en la siguiente solicitud[15].

[16] Podrán acceder a este anticipo los proyectos que, en cuyas Resoluciones de Aprobación, indiquen, en el Artículo N°2 punto 3, "los recursos serán traspasados una vez que haya sido totalmente tramitada la Resolución de Aprobación, según los porcentajes establecidos en la misma".

b. Estados de Pagos

- Oficio conductor de la municipalidad a Subdere.
- Fotografías en color de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado, de no estar aún instalado se exigirá en la siguiente solicitud[15].
- Gastos:
  - Fotocopia simple de la factura en donde se explicite el estado de pago, detallando el código y/o nombre del proyecto[16].
  - Fotocopia simple de la carátula (resumen) y estado de pago (con detalle de partidas) con firma del Inspector Técnico de la Obra (ITO) y en donde se indique el porcentaje de avance de la obra.

c. Única Transferencia contra Estado(s) de Pago(s)

- Oficio conductor de la municipalidad a Subdere.
- Fotografías en color de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado[15].
- Acta de Recepción Provisoria y carta del contratista que solicitó la recepción de obras del proyecto.
- Fotocopia simple del Certificado de Cumplimiento de Obligaciones Laborales y Previsionales F30-1, de fecha del estado de pago que se cursa, indicando el nombre del proyecto en ejecución.
- Gastos:
  - Fotocopia simple de la factura en donde se explicite el estado de pago, detallando el código y/o nombre del proyecto. (MIN. INT. (Circ) N° 0228 del 29.12.2015)
  - Fotocopia simple de la carátula (resumen) y estado de pago (con detalle de partidas) con firma del Inspector Técnico de la Obra (ITO) y en donde se indique el porcentaje de avance de la obra.

II. Siguientes Solicitudes de Transferencias

- Oficio conductor de la municipalidad a Subdere.
- Informe mensual de gastos a partir de la primera transferencia conforme con lo dictado en la Resolución 30 del año 2015, de la Contraloría General de la República. Este documento se obtiene del módulo informe de rendición mensual de la plataforma digital[13]. Deberá adjuntar un informe por cada mes posterior a la primera transferencia de recursos.
- Comprobante de ingreso municipal por los recursos percibidos.
- Fotografías en color de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado[15].

- Fotocopia simple del Certificado de Cumplimiento de Obligaciones Laborales y Previsionales con fecha del estado de pago que se cursa, indicando el nombre del proyecto en ejecución.
- Lo que rinde:
  - Fotocopia simple de Decreto(s) de Pago totalmente tramitado, es decir, con las visaciones de todos los funcionarios municipales responsables, acompañado de su respectivo egreso, o documento que acredite el pago al contratista.
- Lo que solicita:
  - Fotocopia simple de facturas en donde se explicite el estado de pago, detallando el código y/o nombre del proyecto[16].
- Fotocopia simple de la carátula (resumen) y estado de pago (con detalle de partidas) con firma del Inspector Técnico de la Obra (ITO), y en donde se indique el porcentaje de avance de la obra.

III. Solicitud de Última Transferencia

Para solicitar la última transferencia, se deberá escoger la opción "Solicitar Última Transferencia".

- Oficio conductor de la municipalidad a Subdere.
- Informe mensual de gastos a partir de la primera transferencia conforme a lo dictado en la Resolución 30, de 2015, de la Contraloría General de la República. Este documento se obtiene del módulo informe de rendición mensual de la plataforma digital[13]. Deberá adjuntar un informe por cada mes posterior a la primera transferencia de recursos.
- Comprobante de ingreso municipal por los recursos percibidos.
- Fotografías en color de la situación actual de la obra y del letrero de obras instalado[15].
- Fotocopia simple del Certificado de Cumplimiento de Obligaciones Laborales y Previsionales F30-1, con fecha del último mes de actividad de la obra.
- Fotocopia simple de la carátula (resumen) y estado de pago (con detalle de partidas) con firma del Inspector Técnico de la Obra (ITO) y en donde se indique el porcentaje de avance de la obra.
- Acta Recepción Provisoria y carta del contratista que solicitó la recepción de obras del proyecto.

Rendiciones Parciales

Las municipalidades podrán realizar rendiciones parciales de los recursos entregados por Subdere, para dicho efecto deben presentar lo siguiente:

- Fotocopia simple de Decreto de Pago totalmente tramitado, es decir, con las visaciones de todos los funcionarios municipales responsables, acompañado de su respectivo egreso, o documento que acredite el pago al contratista.

1.2.6 Del término del proyecto

Se entenderá por proyecto terminado cuando la obra se encuentre totalmente terminada y la municipalidad haya recibido la última transferencia correspondiente al 100% del monto aprobado o del monto del contrato, dependiendo de la modalidad de ejecución de las obras.

La municipalidad deberá ingresar en la plataforma digital la ficha de cierre del proyecto en un plazo no mayor a dos meses desde que Subdere haya realizado la última transferencia. El no cumplimiento de lo anterior, podría incidir en la aprobación de nuevos proyectos.

Los antecedentes necesarios para terminar un proyecto son:

- Oficio conductor del municipio a Subdere.
- Ficha de Cierre completa según formato[13].
- Fotografías en color del proyecto totalmente ejecutado.
- Comprobante del último ingreso municipal.
- Informe mensual de gastos a partir de la primera transferencia conforme a lo dictado en la Resolución 30, de 2015, de la Contraloría General de la República. Este documento se obtiene del módulo informe de rendición mensual de la plataforma digital. Deberá adjuntar un informe por cada mes posterior a la primera transferencia de recursos.
- Comprobante de depósito a nombre de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, en caso de reintegrar recursos al programa.

1.2.7 Consideraciones finales

1. Cada proyecto financiado por el programa deberá contar con un letrero de obras (Art.13 D.S. N° 946 del Ministerio del Interior y Seguridad Pública) en formato tipo[15]. Y se deberá enviar fotografía legible del letrero instalado, a más tardar en la segunda solicitud de transferencia de recursos.
2. Para la formulación del presupuesto desglosado se deberá tener presente que el PMU no financia las siguientes partidas y/o similares: permisos, derechos, imprevistos no justificados, adquisición de vehículos y maquinarias tales como betoneras, compresores etc., para la ejecución de la obra.
3. Ante acontecimientos de catástrofes, sean estos terremotos, maremotos, in-

cendios y/o aluviones, u otros, el programa podrá aumentar el porcentaje de anticipo de la primera remesa, así mismo podrá flexibilizar otros requerimientos de la presente guía operativa de acuerdo con situaciones de urgencia que así lo ameriten.

4. Se sugiere no subir documentos de más de cinco megas, para mejor operatividad del sistema.
5. Los municipios serán los encargados de decretar y realizar el pago a los contratistas, incluso en el caso de que se encargue a la unidad técnica (corporaciones) todo el proceso: elaboración de bases, licitación y suscripción del contrato de obra respectiva, de acuerdo a lo indicado en el artículo 16 de la Ley 18.091.
6. En caso de desistir de un proyecto, el alcalde deberá informar mediante oficio al subsecretario de Desarrollo Regional y Administrativo el motivo de la renuncia, identificando el código y nombre de la iniciativa, además de adjuntar el comprobante de reintegro en caso de tener transferencia giradas al proyecto.
7. Cuando exista delegación de facultades del alcalde a otro funcionario municipal, para la firma de documentación requerida por el programa, se deberá respaldar con el decreto correspondiente que avale dicha delegación.

1.2.8 Glosario de términos

Subdere: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo

PMU: Programa de Mejoramiento Urbano y Equipamiento Comunal.

FIE: Fondo de Infraestructura Educacional.

MTT: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones

OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

DWG: Extensión de archivos autocad.

DOM: Dirección de Obras Municipales.

BNUP: Bien Nacional de Uso Público.

Serviu: Servicio de Vivienda y Urbanización.

Plataforma: Sistema Subdere en línea.

Ampliación: Acción que tiene por objeto aumentar la capacidad de servicio, sin modificación de lo existente.

Conservación: Acción tendiente a mantener los estándares que corresponden a un funcionamiento predeterminado.

Conservación: Acción que corresponde a la materialización de un servicio que no existe a la fecha.

Habilitación: Acción tendiente a lograr que un determinado bien o servicio sea apto o capaz para aquello que antes no lo era.

Mejoramiento: Acción que tiene como objetivo aumentar la calidad de un servicio existente.

Normalización: Modificación de un bien o servicio existente con la finalidad de adecuarlo a ciertas normas predeterminadas.

Reparación: Toda acción que tiene como finalidad recuperar el deterioro ocasional sufrido por una infraestructura ya construida.

Reposición: Implica la renovación parcial o total de un servicio ya existente, con o sin cambio de la capacidad y/o calidad del mismo.

Restauración: Acción que tiene por objetivo reparar elementos para volverlos al estado o estimación original.

RS: Recomendación Social Favorable de un proyecto por parte del Ministerio de Desarrollo Social.

SNI: Sistema Nacional de Inversiones.

Anexo 2: Valores referenciales

2.1 VÍA DE EVACUACIÓN BÁSICA ANCHO 7 METROS (ADECUACIÓN DE VÍA EXISTENTE)

ANCHO ACERA: **2 m**	ANCHO CALZADA: **7 m**	MATERIALIDAD: **-**	MATERIALIDAD: **H.A.**

VALORES POR METRO LINEAL DE VÍA						
PARTIDA	**ÍTEM**	**DESIGNACIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO (UF)**	**PRECIO TOTAL (UF)**
Demoliciones	401	Remoción y retiro de solera	ml	2,00	0,141	0,282
	410	Demolición de aceras y retiro de excedentes	m^2	0,80	0,157	0,126
Obras de pavimentación	321	Solera con zarpa	ml	2,00	1,239	2,478
	341	Baldosa Minvu 0 y 1 (suministro e instalación)	m^2	0,80	0,018	0,014
Señalización y demarcación	601	Demarcación de pavimentos (termoplástica)	m^2	0,20	0,684	0,137
	602	Señalética vertical (colocación y suministro)	un	0,04	6,100	0,244
	603	Tachas reflectantes	un	0,20	0,300	0,060
	640	Pintura postes (aplicación y suministro)	m^2	0,25	0,145	0,036
Iluminación	201	Foco LED compacto (cada 15 m)	un	0,06	18,570	1,161
	202	Batería (1 x foco)	un	0,06	15,554	0,972
	203	CPU control de carga	un	0,06	31,108	1,944
SUBTOTAL OBRAS						**7,454**
Obras previas	001	Instalación de faenas	%	4,20		0,313
	002	Señalizaciones provisorias	%	1,00		0,075
	003	Estudios de ingeniería	%	2,54		0,189
	004	ITO	%	1,50		0,112
TOTAL ML OBRAS						**8,143**

2.2 VÍA DE EVACUACIÓN COMPLETA ANCHO 7 METROS (NUEVA VÍA, CONSIDERA PAVIMENTACIÓN)

ANCHO ACERA: **2 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**	ANCHO CALZADA: **7 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**

VALORES POR METRO LINEAL DE VÍA						
PARTIDA	**ÍTEM**	**DESIGNACIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**PRECIO UNITARIO (UF)**	**PRECIO TOTAL (UF)**
Demoliciones	401	Remoción y retiro de solera	ml	2,00	0,141	0,282
	410	Demolición de aceras y retiro de excedentes	m^2	4,00	0,157	0,126
	411	Demolición y retiro de carpeta asfáltica	m^2	7,00	0,194	1,355
Movimiento de tierra	201	Compactación y perfilado suelo natural	m^2	7,00	0,125	0,875
	202	Emparejamiento de veredones en tierra	m^2	4,00	0,139	0,554
	203	Preparación de la subrazante	m^2	7,00	0,084	0,590
	210	Excavación de zanjas con máquina	m^3	0,003	0,242	0,001
Obras de pavimentación	301	Base estabilizada CBR 80, e = 20 (calzada)	m^2	7,00	0,325	2,273
	310	Capa asfáltica e=0, 06	m^2	7,00	0,888	6,216
	311	Capa HVC e=0, 15	m^2	7,00	1,129	7,903
	321	Solera con zarpa	ml	2,00	1,239	2,478
	302	Base estabilizada CBR 60, e=10 (acera)	m^2	4,00	0,161	0,643
	331	Acera HC e=0, 07	m^2	3,20	0,637	2,037
	341	Baldosa Minvu 0 y 1 (suministro e instalación)	m^2	0,80	0,018	0,014
Obras hidráulicas	501	Sumideros y colocación de tubo cc d=800mm	ml	2,00	5,147	10,294
Señalización y demarcación	601	Demarcación de pavimentos (termoplástica)	m^2	0,20	0,684	0,137
	602	Señalética vertical (colocación y suministro)	un	0,04	6,100	0,244
	603	Tachas reflectantes	un	0,20	0,300	0,060
	640	Pintura postes (aplicación y suministro)	m^2	0,25	0,145	0,036
Iluminación	201	Foco LED compacto (cada 15 m)	un	0,06	18,570	1,161
	202	Batería (1 x foco)	un	0,06	15,554	0,972
	203	CPU control de carga	un	0,06	31,108	1,944
SUBTOTAL OBRAS						**40,698**
Obras previas	001	Instalación de faenas	%	4, 20		1,709
	002	Señalizaciones provisorias	%	1, 00		0,407
	003	Estudios de ingeniería	%	2, 54		1,034
	004	ITO	%	1, 50		0,610
TOTAL ML OBRAS						**44,458**

2.3 VÍA DE EVACUACIÓN COMPLETA ANCHO 7 METROS (NUEVA VÍA, CONSIDERA PAVIMENTACIÓN CON ASFALTO)

ANCHO ACERA: **2 m**	MATERIALIDAD: **Asfalto**	ANCHO CALZADA: **7 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**

VALORES POR METRO LINEAL DE VÍA

PARTIDA	ÍTEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (UF)	P. TOTAL (UF)
Demoliciones	401	Remoción y retiro de solera	ml	2,00	0, 141	0,282
	410	Demolición de aceras y retiro de excedentes	m^2	4,00	0, 157	0,629
	411	Demolición y retiro de carpeta asfáltica	m^2	7,00	0, 194	1,355
Movimiento de tierra	201	Compactación y perfilado suelo natural	m^2	7,00	0, 125	0,825
	202	Emparejamiento de veredones en tierra	m^2	4,00	0, 139	0,554
	203	Preparación de la subrazante	m^2	7,00	0, 084	0,590
	210	Excavación de zanjas con máquina	m^3	0,003	0, 242	0,001
Obras de pavimentación	301	Base estabilizada CBR 80 e=20 (calzada)	m^3	7,00	0, 325	2,273
	310	Capa asfáltica e=0, 06	m^3	7,00	0, 888	6,216
	321	Solera con zarpa	ml	2,00	1, 239	2,478
	302	Base estabilizada CBR 60, e=10 (acera)	m^3	4,00	0, 161	0,643
	331	Acera HC e=0, 07	m^3	3,20	0, 637	2,037
	341	Baldosa Minvu 0 y 1 (suministro e instalación)	m^2	0,80	0, 018	0,014
Obras hidráulicas	501	Sumideros y colocación de tubo cc d=800mm	ml	2,00	5, 147	10,294
Señalización y demarcación	601	Demarcación de pavimentos (termo-plástica)	m^2	0,20	0, 684	0,137
	602	Señalética vertical (colocación y suministro)	un	0,04	6, 100	0,244
	603	Tachas reflectantes	un	0,20	0, 300	0,060
	640	Pintura postes (aplicación y suministro)	m^2	0,25	0, 145	0,036
Iluminación	201	Foco LED compacto (cada 15 m)	un	0,06	18, 570	1,161
	202	Batería (1 x foco)	un	0,06	15, 554	0,972
	203	CPU control de carga	un	0,06	31, 108	1,944
SUBTOTAL OBRAS						**32,795**
Obras previas	001	Instalación de faenas	%	4,20		0,313
	002	Señalizaciones provisorias	%	1,00		0,075
	003	Estudios de ingeniería	%	2,54		0,189
	004	ITO	%	1,50		0,112
TOTAL ML OBRAS						**35,825**

2.4 VÍA DE EVACUACIÓN COMPLETA ANCHO 11 METROS (NUEVA VÍA, CONSIDERA PAVIMENTACIÓN)

ANCHO CALZADA: **11 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**	ANCHO ACERA: **2 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**

VALORES POR METRO LINEAL DE VÍA						
PARTIDA	**ÍTEM**	**DESIGNACIÓN**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**P. UNITARIO (UF)**	**P. TOTAL (UF)**
Demoliciones	401	Remoción y retiro de solera	ml	2,00	0,141	0,282
	410	Demolición de aceras y retiro de excedentes	m^2	4,00	0,157	0,629
	411	Demolición y retiro de carpeta asfáltica	m^2	11,00	0,194	2,129
Movimiento de tierra	201	Compactación y perfilado suelo natural	m^2	11,00	0,125	1,375
	202	Emparejamiento de veredones en tierra	m^2	4,00	0,139	0,554
	203	Preparación de la subrazante	m^2	11,00	0,084	0,927
	210	Excavación de zanjas con máquina	m^3	0,003	0,242	0,001
Obras de pavimentación	301	Base estabilizada CBR 80 e=20 (calzada)	m^3	11,00	0,325	3,572
	310	Calzada HVC e=0, 15	m^3	11,00	1,129	12,419
	321	Solera con zarpa	ml	2,00	1,239	2,478
	302	Base estabilizada CBR 60, e=10 (acera)	m^3	4,00	0,161	0,643
	331	Acera HC e=0, 07	m^3	3,20	0,637	2,037
	341	Baldosa Minvu 0 y 1 (suministro e instalación)	m^2	0,80	0,018	0,014
Obras hidráulicas	501	Sumideros y colocación de tubo cc d=800mm	ml	2,00	5,147	10,294
Señalización y demarcación	601	Demarcación de pavimentos (termoplástica)	m^2	0,20	0,684	0,137
	602	Señalética vertical (colocación y suministro)	un	0,04	6,100	0,244
	603	Tachas reflectantes	un	0,20	0,300	0,060
	640	Pintura postes (aplicación y suministro)	m^2	0,25	0,145	0,036
Iluminación	201	Foco LED compacto (cada 15 m)	un	0,06	18,570	1,161
	202	Batería (1 x foco)	un	0,06	15,554	0,972
	203	CPU control de carga	un	0,06	31,108	1,944
SUBTOTAL OBRAS						**41,908**
Obras previas	001	Instalación de faenas	%	4,20		1,760
	002	Señalizaciones provisorias	%	1,00		0,419
	003	Estudios de ingeniería	%	2,54		1,064
	004	ITO	%	1,50		0,629
TOTAL ML OBRAS						**45,780**

2.5 VÍA DE EVACUACIÓN COMPLETA ANCHO 11 METROS (NUEVA VÍA, CONSIDERA PAVIMENTACIÓN)

ANCHO ACERA: **2 m**	MATERIALIDAD: **Asfalto**	ANCHO CALZADA: **11 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**

VALORES POR METRO LINEAL DE VÍA

PARTIDA	ÍTEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (UF)	P. TOTAL (UF)
Demoliciones	401	Remoción y retiro de solera	ml	2,00	0,141	0,282
	410	Demolición de aceras y retiro de excedentes	m^2	4,00	0,157	0,629
	411	Demolición y retiro de carpeta asfáltica	m^2	11,00	0,194	2,129
Movimiento de tierra	201	Compactación y perfilado suelo natural	m^2	11,00	0,125	1,375
	202	Emparejamiento de veredones en tierra	m^2	4,00	0,139	0,554
	203	Preparación de la subrazante	m^2	11,00	0,084	0,927
	210	Excavación de zanjas con máquina	m^3	0,003	0,242	0,001
Obras de pavimentación	301	Base estabilizada CBR 80 e=20 (calzada)	m^3	11,00	0,325	3,572
	310	Calzada HVC e=0, 15	m^3	11,00	0,888	9,768
	321	Solera con zarpa	ml	2,00	1,239	2,478
	302	Base estabilizada CBR 60, e=10 (acera)	m^3	4,00	0,161	0,643
	331	Acera HC e=0, 07	m^3	3,20	0,637	2,037
	341	Baldosa Minvu 0 y 1 (suministro e instalación)	m^2	0,80	0,018	0,014
Obras hidráulicas	501	Sumideros y colocación de tubo cc d=800mm	ml	2,00	5,147	10,294
Señalización y demarcación	601	Demarcación de pavimentos (termo-plástica)	m^2	0,20	0,684	0,137
	602	Señalética vertical (colocación y suministro)	un	0,04	6,100	0,244
	603	Tachas reflectantes	un	0,20	0,300	0,060
	640	Pintura postes (aplicación y suministro)	m^2	0,25	0,145	0,036
Iluminación	201	Foco LED compacto (cada 15 m)	un	0,06	18,570	1,161
	202	Batería (1 x foco)	un	0,06	15,554	0,972
	203	CPU control de carga	un	0,06	31,108	1,944
SUBTOTAL OBRAS						**39,257**
Obras previas	001	Instalación de faenas	%	4,20		1,649
	002	Señalizaciones provisorias	%	1,00		0,393
	003	Estudios de ingeniería	%	2,54		0,997
	004	ITO	%	1,50		0,589
TOTAL ML OBRAS						**42,884**

2.6 PUNTO DE ENCUENTRO TIPO MULTICANCHA (INCLUYE OBRAS DE MULTICANCHA, NO INCLUYE INSUMOS DE PRIMEROS AUXILIOS)

ANCHO CALZADA: **11 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**	ANCHO ACERA: **2 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**

VALORES UNIDAD 800 M² / 1000 PERSONAS

PARTIDA	ÍTEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (UF)	P. TOTAL (UF)
Construcciones provisorias	201	Contenedor oficina 30 m²	mes	1	8,653	8,653
	202	Contenedor bodega 30 m²	mes	1	11,427	11,427
	203	Baños químicos arriendo	mes	3	2,598	7,795
	204	Local colación	un	1	101,515	101,515
	205	Caseta guardia	un	1	22,333	22,333
	206	Talleres de trabajo	un	1	101,515	101,515
	210	Instalaciones eléctricas	gl	1	44,666	44,666
	211	Instalaciones sanitarias	gl	1	40,606	40,606
	212	Letrero de obra	un	1	14,398	14,398
Demoliciones	301	Demolición soleras tipo A	ml	136	0,141	19,176
	302	Demolición muros de mampostería	m²	0	2,719	0,000
	303	Demolición de aceras y retiro de excedentes	ml	256	0,157	10,243
	304	Demolición y retiro de carpeta asfáltica	m²	0	0,194	0,000
	305	Demolición y retiro de calzada HVC e=0, 15	m²	0	0,459	0,000
	306	Demolición elementos de hormigón	m³	0	2,719	0,000
Movimientos de tierra	401	Compactación y perfilado suelo natural	m²	0	0,125	0,000
	402	Emparejamiento de veredones en tierra	m²	136	0,139	18,836
	403	Preparación de la subrazante	m²	0	0,084	0,000
	404	Excavación de zanjas con máquina	m³	0	0,242	0,000
	405	Extracción montículos de tierra	m³	0	0,336	0,000
	406	Relleno material de excavación	m³	0	0,128	0,000
Vestidores y baños	501	Acero A63-42H	kg	5	0,053	0,264
	502	Moldajes	m²	90	0,260	23.429
	503	Hormigón H-25	m³	30	2,547	76,419
	504	Estucos	m²	548	0,264	144,638
	505	Estructura taquiques acero galvanizado	m²	39	1,210	47,184

ANCHO CALZADA: **11 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**	ANCHO ACERA: **2 m**	MATERIALIDAD: **H.A.**

VALORES UNIDAD 800 M² / 1000 PERSONAS

PARTIDA	ÍTEM	DESIGNACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO (UF)	P. TOTAL (UF)
Vestidores y baños	506	Lana mineral 40 mm	m^2	39	0,078	3, 056
	507	Revestimiento yeso cartón RH 12, 5mm	m^2	78	0,267	20,831
	508	Cerámica 20x30	m^2	54	0,414	22,353
	509	Cielo placa yeso cartón RH12, 5 mm	m^2	112, 5	0,632	71,154
	510	Empastes y yeso	m^2	190, 5	1,167	31,870
	511	Esmalte sintético	m^2	70	0,094	6,583
	601	Puerta simple 85 cm incl. celosía y quicio	un	10	4,082	40,819
	650	WC	un	10	2,842	28,424
	651	WC discapacitados	un	2	6,904	13,807
	652	Lavamanos	un	10	2,112	21,115
	653	Lavamanos discapacitados	un	3	6,038	18,115
	654	Duchas	un	10	4,816	48,164
Multicancha	701	Escarpe	m^2	2053	0,095	194,654
	702	Excavación con transporte a vertedero	m^3	0	0,336	0,000
	703	Base estabilizada CBR 60%	m^3	162	0,325	52,601
	704	Hormigón H-25	m^3	162	2,547	412,660
	705	Tratamiento	m^2	162	0,049	7,894
	710	Pintura demarcación baby fútbol	m^2	17, 3	0,140	2,421
	711	Pintura demarcación básquetbol	m^2	24, 8	0,140	3,470
	712	Arco baby fútbol	un	4	23,295	93,179
	713	Arco básquetbol	un	4	17,420	69,680
	715	Cierre perimetral	ml	96	1,969	189,061
Iluminación	801	Luminaria 400W HM: Ref. Titano GW84494M	un	8	18,882	151,054
	802	Poste 9m cónico con placa base y cruceta	un	4	14,009	56,036

Anexo 3: Tipologías para señalética vertical de vías de evacuación y puntos de encuentro

En 2010 la Secretaría General de la Comisión Permanente del Pacífico Sur, a través de su circular CPPS/SG/054/2010 recomendó a nuestro país la adaptación de la normativa ISO 20712:2008 (E), que estandariza la señalética para alerta y evacuación por tsunami.

3.1 ESTÁNDARES INTERNACIONALES

Para el diseño y ejecución de las señaléticas verticales, se sugiere referirse a lo indicado en:

I. ISO 20712:2008 (E) Water safety signs and beach safety flags (Señalética de seguridad para agua y banderas de seguridad para playas).

II. ISO 3864-7 Graphical symbols – Safety colours and safety signs (Símbolos gráficos – Colores de seguridad y signos de seguridad).

III. ISO 7001:2007 Graphical symbols – Public information symbols (Símbolos gráficos – Símbolos de información pública).

3.2 CONSIDERACIONES GENERALES

Al momento de diseñar y ejecutar la instalación de señaléticas será importante tener en cuenta:

I. Las señaléticas deben ubicarse a una altura desde la cual sean fácilmente visibles por los peatones.

II. Verificación del espacio frente a la señalética, para asegurar que esté despejado y permita la visibilidad desde corta o larga distancia.

III. Se recomienda la utilización de materiales fotoluminiscentes que permitan la lectura de la señalética en condiciones de oscuridad.

IV. La estructura y materialidad de la señalética debiera estar diseñada y construida para permitir su durabilidad en el tiempo, de acuerdo con las condiciones climáticas de cada localidad.

V. El tamaño de la señalética deberá estar relacionado con la distancia máxima de visualización de la misma.

VI. El texto que acompaña las señaléticas debiera ser específico para cada señalética, ya que indicará distancias y nombres que cambiarán en cada caso.

3.3 DISEÑO DE LAS SEÑALÉTICAS

USO	LOCALIZACIÓN	SEÑALÉTICA	ESQUEMA REFERENCIAL DE UTILIZACIÓN
Zona de Peligro / Amenaza de tsunami (puede incluirse un texto que indique la altura sobre el nivel del mar del punto donde se ubica la señalética)	En las zonas de amenaza		
Ruta de evacuación por tsunami a área segura (indicar el nombre o referencia que permita identificar la zona segura, y la distancia a recorrer hasta llegar a la misma)	En las zonas de evacuación		
Ruta de evacuación por tsunami a área segura, hacia la derecha (indicar el nombre o referencia que permita identificar la zona segura, y la distancia a recorrer hasta llegar a la misma)	En las calles que conecten con vías de evacuación		
Ruta de evacuación por tsunami a área segura, hacia la izquierda (indicar el nombre o referencia que permita identificar la zona segura, y la distancia a recorrer hasta llegar a la misma)	En las calles que conecten con vías de evacuación		
Ruta de evacuación por tsunami a edificación de evacuación vertical (indicar el nombre o referencia que permita identificar la zona segura de evacuación vertical, y la distancia a recorrer hasta llegar a la misma)	En las vías de evacuación hacia edificiaciones de evacuación vertical		

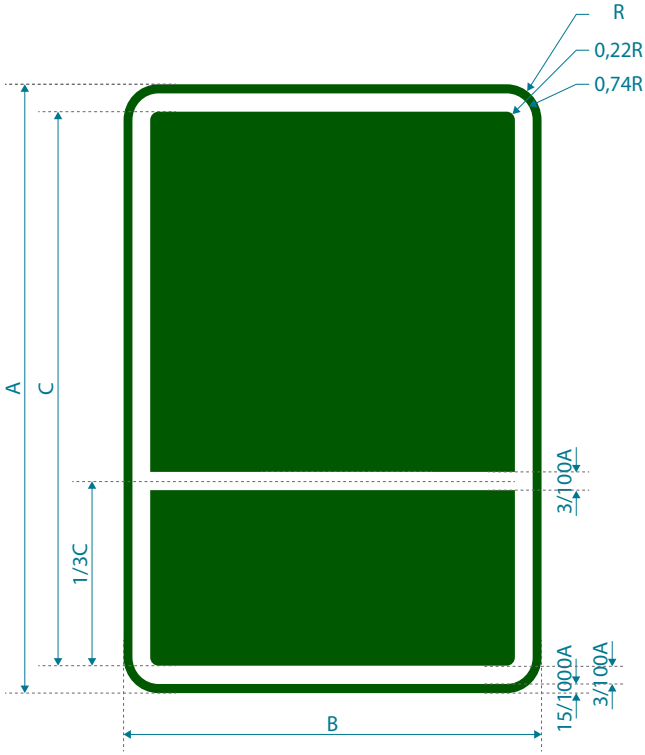
3.3 DISEÑO DE LAS SEÑALÉTICAS (continuación)

USO	LOCALIZACIÓN	SEÑALÉTICA	ESQUEMA REFERENCIAL DE UTILIZACIÓN
Ruta de evacuación por tsunami a edificación de evacuación vertical, hacia la derecha (indicar el nombre o referencia que permita identificar la zona segura de evacuación vertical, y la distancia a recorrer hasta llegar a la misma)	En las calles que conecten con vías de evacuación hacia edificiaciones de evacuación vertical		
Ruta de evacuación por Tsunami a edificación de evacuación vertical, hacia la izquierda (indicar el nombre o referencia que permita identificar la zona segura de evacuación vertical, y la distancia a recorrer hasta llegar a la misma)	En las calles que conecten con vías de evacuación hacia edificiaciones de evacuación vertical		
Zona segura	En las zonas seguras		
Zona segura con evacuación vertical	En las zonas de seguridad de evacuación vertical		

3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SEÑALÉTICA[1]

Se adoptan las especificaciones técnicas de acuerdo con el Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y el de Señalización del Tránsito del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (Mintratel). A continuación, se muestran las siguientes imágenes que indican las dimensiones de la señalética, altura y colores.

3.5 DIMENSIONES SEÑALÉTICA



DIMENSIÓN SEÑAL (mm)	DIMENSIONES (mm)		
	A	B	R
850 x 600	850	600	50

[1] De acuerdo a lo indicado en el documento "Recomendaciones Generales para la Instalación de Señalética de Tsunami y Volcanes" Onemi. 2012.

3.6 GAMA DE COLORES

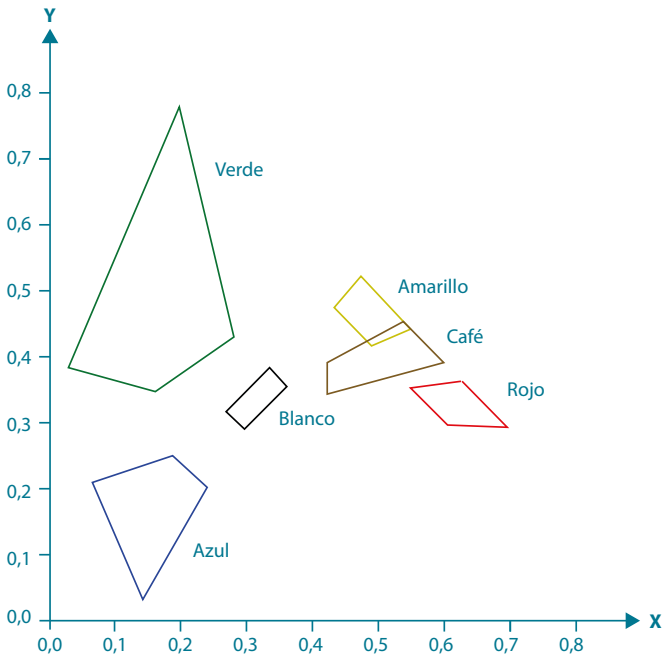
La señalética se debe construir de acuerdo con los colores que aparecen para cada una de ellas en la Circular CPPS/SG/054/2010, con el color aceptado por los cuatro pares de coordenadas de cromaticidad en términos del Sistema Colorimétrico Estándar, CIE, 1931, utilizados por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM D-4956.

3.7 DIMENSIONES SEÑALÉTICA

Las coordenadas cromáticas de los colores son los siguientes:

COLOR	X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	X4	Y4
Blanco	0,303	0,287	0,368	0,353	0,34	0,38	0,274	0,316
Amarillo	0,498	0,412	0,557	0,442	0,479	0,52	0,438	0,472
Verde	0,03	0,38	0,166	0,346	0,286	0,428	0,201	0,776

Además de las coordenadas de colores, el factor de luminancia entre 20 y 35.



3.8 TAMAÑO Y ESTILO DE TIPOGRAFÍA

De acuerdo Departamento de Accesibilidad Universal del Servicio Nacional de la Discapacidad (Senadis), la señalización de zona de riesgo de tsunami debe ser accesible para todas las personas que requieran la información, independiente de su capacidad física o sensorial.

La letra debe ser fácilmente legible, de reconocimiento rápido. Con el objetivo de estandarizar su uso, se usarán las tipografías Helvetica (Mac) y Arial (PC).

En cuanto a su tamaño, se recomienda lo siguiente:

a. Al menos de 15 mm si es que el símbolo puede ser leído desde cerca.

b. De 25 a 40 mm en caso de símbolos direccionales, los cuales son leídos a una distancia de unos pocos metros y que no pueden ser leídos desde cerca.

c. De 70 a 100 mm en caso de placas con los nombres u otros símbolos que estén destinados para ser leídos a una distancia de más de 1 a 3 metros (Senadis, 2011).

3.9 REFLECTANCIA

La reflectancia, que se define como la capacidad de un material para reflectar, es un aspecto relevante a la hora de la elaboración de la señalética, ya que ésta debe ser vista de noche y con lluvia.

Entorno de ubicación de la señalética		
Zona Urbana	Autopista, Autovía y Vía Rápida	Carretera
NIVEL III	NIVEL III	NIVEL II

Se presenta una tabla con los niveles de reflectancia que debe tener la señalética. Se recomienda adicionalmente la utilización de material fotoluminiscente.

3.10 MATERIAL DE LA SEÑALÉTICA

El material con el que se deberá elaborar la señalética es el siguiente:

Placa: placa metálica galvanizada de 2 mm de espesor.

Poste: poste omega galvanizado de 3,5 metros de largo.

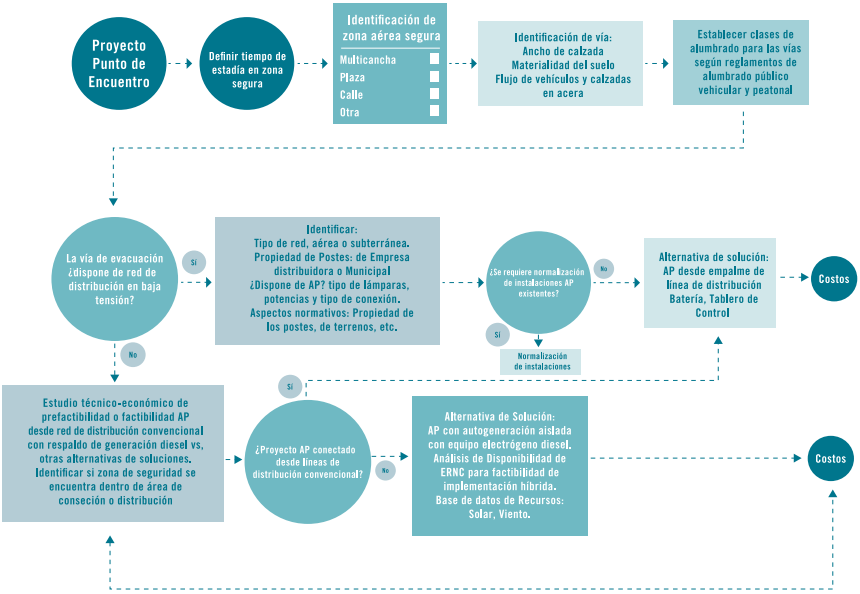
3.11 MANTENIMIENTO DE LA SEÑALÉTICA

Para que la señalética pueda cumplir con su función de orientar a la población frente a la amenaza de tsunami, es necesario que se hagan inspecciones regulares de éstas una vez instaladas, con el objetivo de asegurar que se encuentren en óptimas condiciones. Las señaléticas deben mantenerse limpias y sin rayados que dificulten la visualización de la información. Además, aquellas señaléticas que se encuentren visiblemente deterioradas por efectos adversos, deberán ser reemplazadas por una nueva.

Teniendo en cuenta que es en el nivel local donde se gesta la primera respuesta ante situaciones de riesgo, es recomendable que cada municipio cuente con personal que pueda gestionar y supervisar el proceso de instalación de señaléticas de evacuación y todas las iniciativas relacionadas con la reducción del riesgo.

Anexo 4: Definición de proyectos para iluminación de puntos de encuentro y vías de evacuación

4.1 ILUMINACIÓN DEL PUNTO DE ENCUENTRO:



4.1.1 Antecedentes Previos a considerar para proyectos de iluminación de emergencia en puntos de encuentro

I. Los proyectos de iluminación de emergencia para puntos de encuentro deberán privilegiar el uso de la infraestructura de alumbrado existente, habilitando sistemas de respaldo cuando así sea requerido.

II. Para proceder al desarrollo de un proyecto de iluminación e instalación eléctrica en un punto de encuentro se debe identificar previamente la cantidad de personas consideradas para la zona, la materialidad del suelo, dimensiones, entorno, entre otra información. La identificación de las características del área entrega los datos necesarios para establecer los proyectos lumínicos de los puntos de encuentro.

III. Se deberá definir previamente el tiempo de operación del sistema de iluminación de emergencia del punto de encuentro. Esto es clave para

dimensionar el respaldo del sistema, ítem de costo relevante en la definición del proyecto a implementar.

4.1.2 Consideraciones para elaboración de proyectos de iluminación y eléctricos en instalaciones de alumbrado público para puntos de encuentro

I. **Definir Niveles de iluminancia:** El nivel de iluminancia deberá acogerse al Reglamento de Alumbrado Público de Bienes Nacionales de Uso Público Destinados al Tránsito Peatonal (RAPBN), el cual indica que espacios públicos destinados a facilitar la reunión de personas, tales como plazas, parques, jardines, áreas abiertas peatonales, zonas de juegos y máquinas de ejercicio, deberán cumplir con una iluminancia horizontal mantenida, media de 25 lux y mínima de 5 lux en toda la superficie iluminada de los mismos.

II. **Puntos de encuentro en vías de tránsito:** En caso que el punto de encuentro se sitúe en vías de tránsito, con existencia de alumbrado público, se deberá implementar un sistema de iluminación equivalente a lo considerado en la vía de evacuación.

III. **Normalización de instalaciones de alumbrado existentes:** En caso que existan instalaciones de alumbrado público, se deberá evaluar su condición y verificar sus niveles de iluminancia actuales (mediciones). En caso que el alumbrado presente condiciones de instalación fuera de norma y niveles de iluminancia bajo los parámetros mínimos exigidos, se deberá considerar la normalización de las instalaciones actuales de alumbrado público.

IV. **Puntos de encuentro en espacios públicos:** En caso que el punto de encuentro considere un espacio público destinado a facilitar la reunión de personas, tales como plazas, parques, jardines, áreas abiertas peatonales, zonas de juegos y máquinas de ejercicio, debe contemplarse un estudio técnico-económico que evalúe la mejor solución para respaldo entre utilizar un generador diésel con un tablero de transferencia automática, y o incorporar Energías Renovables No Convencionales (ERNC). El nivel de iluminancia debe estar acorde con el RAPBN, que indica el cumplimiento de una iluminancia horizontal mantenida media de 25 lux y mínima de 5 lux, en toda la superficie iluminada de los mismos. La evaluación indicada deberá considerar las siguientes generalidades técnicas:

- Luminaria LED con operación en voltaje continúo de entrada

- Rectificador AC-DC
- Controlador de carga
- Baterías para respaldo de 12 horas

El dimensionamiento del proyecto dependerá de la superficie a iluminar, considerando los requerimientos indicados en este título. En caso que el alumbrado presente condiciones de instalación fuera de norma, y niveles de iluminancia bajo los niveles mínimos exigidos, entonces se deberá considerar la normalización de las instalaciones actuales de alumbrado público.

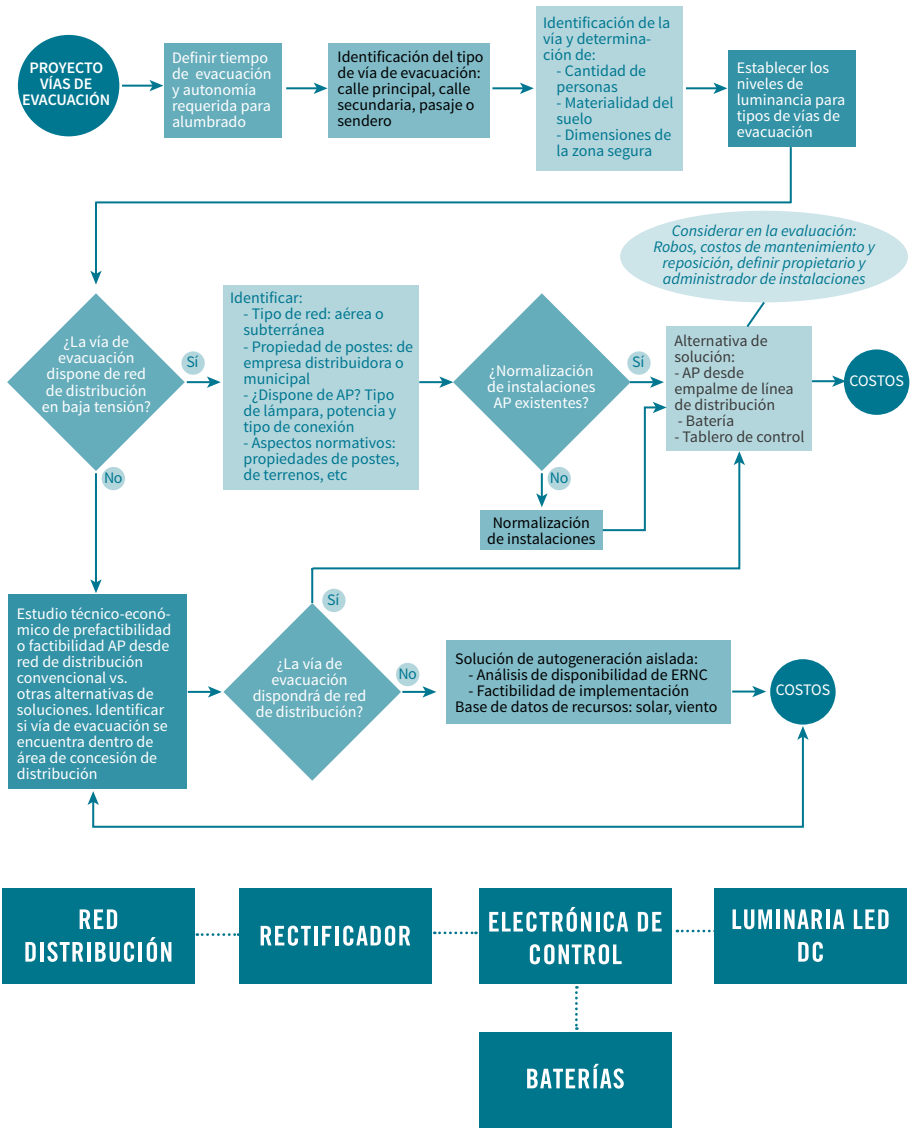
V. Punto de encuentro sin presencia de red de distribución cercana: En caso que el punto de encuentro no presente una línea de distribución de electricidad cercana, se deberá evaluar mediante un estudio de prefactibilidad o factibilidad, la mejor solución técnico-económica para disponer de instalaciones de alumbrado público desde la red de distribución, extendiendo la red existente más cercana, u optar por otras alternativas de fuentes energéticas. El estudio de prefactibilidad o factibilidad mencionado anteriormente deberá considerar energías renovables no convencionales para su implementación, para lo cual deberán identificar, a lo menos, los siguientes aspectos:

- Condiciones climáticas de la zona donde se encuentra la vía de evacuación
- Evaluación del entorno de la zona: orografía, obstáculos que originen sombras o perturben el viento
- Base de datos de disponibilidad del recurso para la zona: radiación solar, velocidad de viento, etc

La situación de implementación de alumbrado para el punto de encuentro mediante ERNC y/o generación diésel debe considerar el mantenimiento de las instalaciones, el recambio de equipos y la sostenibilidad del proyecto. Además deberá tener en consideración los niveles lumínicos definidos y las generalidades técnicas indicadas con anterioridad.

4.2 ILUMINACIÓN DE VÍAS DE EVACUACIÓN

Alternativa de solución de alumbrado público de emergencia con disponibilidad de red de distribución



4.2.1 Consideraciones previas para proyectos de iluminación de emergencia para vías de evacuación

I. Los proyectos de iluminación de vías de evacuación deberán privilegiar el uso de la infraestructura de alumbrado público existente, habilitando los respectivos sistemas de respaldo cuando así sea requerido. Lo anterior se traduce en que, de existir alumbrado público en la vía identificada como de evacuación, se utilizará la energía proveniente de la red, y en caso que este suministro sea interrumpido a causa de una emergencia o catástrofe, automáticamente deberá actuar el sistema de respaldo, el que operará mientras dure la evacuación. Alternativamente, de no contar con alumbrado público, el servicio de iluminación de emergencia de la vía se entregará incluso aunque no se haya activado la emergencia o catástrofe.

II. Clasificar la clase de alumbrado para la vía de evacuación. Las vías consideradas como de evacuación de emergencia dispondrán de iluminación permanente, considerando estándares de iluminación según el tipo de vía bajo funcionamiento normal.

III. Identificar el tipo de vía considerada para la evacuación. Se deberá definir previamente el tiempo de evacuación de la vía, período durante el cual se habilitará el sistema de iluminación de emergencia. Este tema es clave para dimensionar el respaldo del sistema de iluminación, ítem de costo relevante en la definición del proyecto a implementar. Para proceder al desarrollo de un proyecto lumínico y de instalaciones eléctricas de las vías de evacuación se deberá, previamente, identificar el flujo de personas en condición de vía normal y en estado de emergencia, la materialidad del suelo (calzada y acera), y las dimensiones de la o las vías de evacuación. Se debe identificar el tipo de vía considerada para la evacuación: calle principal, calle secundaria, pasajes, senderos, características del entorno, entre otras. Esta categorización es una primera aproximación para la clasificación del tipo de vía. Se recomienda que el municipio identifique el tipo de calle en relación con la operación normal de la vía.

4.2.2 Consideraciones para elaboración de proyectos de iluminación y eléctricos en instalaciones de alumbrado público para puntos de encuentro

I. Definir niveles de iluminancia en vías de evacuación: El criterio para la clasificación de la clase de alumbrado para la vía de evacuación se basa en la condiciones de operación normal de la vía (sin estado de emergencia). Aquellas vías que se consideran como de evacuación

deben presentar los siguientes niveles de iluminación en condiciones de operación normal o de emergencia, conforme al RAPBN[1]:

CLASE DE ALUMBRADO	MEDIA MÁXIMA (Lux)	MEDIA (Lux)	MÍNIMA PUNTUAL
P1	25,0	20,00	7,5
P2	12,5	10,00	3,0
P3	9,5	7,5	1,5
P4	6,5	5,0	1,0
P5	4,0	3,0	0,6
P6	2,5	2,0	0,4
0,03	0,38	0,166	0,346

II. Identificar si la vía de evacuación dispone o no de red de distribución de baja tensión. En caso que sí posea se deberá evidenciar la existencia o no de instalaciones de alumbrado público.

III. Caracterizar la red actual identificando la existencia de alguna red de distribución de baja tensión. En caso que así sea, se deberá catastrar la existencia de instalaciones de alumbrado público. Evaluar su condición actual y verificar sus niveles de iluminancia (mediciones). En caso que el alumbrado presente condiciones de instalación fuera de norma y niveles de iluminancia fuera del rango respecto a los niveles exigidos, se deberá considerar la normalización de las instalaciones actuales de alumbrado público para la vía.

IV. Normalización de instalaciones de alumbrado público existentes para la vía: Se deberá verificar el estado de las instalaciones actuales de alumbrado público de acuerdo con la normativa; en este caso: cajas de conexión AP, tableros, protecciones, control, conductores, condiciones de equipos, materiales y montaje y la existencia de declaración de instalaciones en la Superintendencia de Electricidad y Combustible. Las instalaciones de alumbrado público actuales deberán considerar la evaluación de recambio de luminarias. Las luminarias de la vía de evacuación deben ser aptas para operar en condiciones de emergencia, esto es, con fuentes de suministro alternativas. La tecnología de lámpara en las luminarias deberá ser LED.

V. La solución que considere instalaciones de alumbrado público con empalme desde la red de distribución de electricidad debe incluir la siguiente generalidad técnica:

[1] Decreto Supremo N° 51 del Ministerio de Energía, tomado razón por Contraloría General de la República el 22/12/2015.

- Luminaria LED con operación en voltaje continúo de entrada
- Rectificador AC-DC
- Controlador de carga
- Baterías para respaldo (autonomía diaria según cada región)

VI. En caso que la vía presente instalaciones de red de distribución cercanas en baja tensión con posibilidad de empalme para el alumbrado público, se deberá realizar un proyecto eléctrico y lumínico para las instalaciones de alumbrado público conectadas a dichas redes, con suministro de respaldo con baterías. Dicho proyecto deberá considerar los niveles de iluminancia definidos previamente, y luminarias aptas para operar en condiciones de emergencia, esto es, con fuentes de suministro alternativas. La tecnología de lámpara en las luminarias deberá ser LED. Adicionalmente deberán considerar las mismas generalidades técnicas indicadas en el punto anterior.

VII. En caso que la vía de evacuación no presente una red de distribución en baja tensión, se deberá evaluar mediante un estudio de prefactibilidad o factibilidad, la mejor solución técnico-económica para la instalación de alumbrado público desde la red de distribución, ya sea extendiendo la red existente más cercana, o usando otras alternativas de fuentes energéticas. El estudio de prefactibilidad o factibilidad mencionado anteriormente deberá considerar ERNC para su implementación, para lo cual deberán identificar, a lo menos, los siguientes aspectos:

- Condiciones climáticas de la zona donde se encuentra la vía de evacuación
- Evaluación del entorno de la vía: orografía, obstáculos que originen sombras o perturben el viento
- Base de datos de disponibilidad del recurso para la zona: radiación solar, velocidad de viento

La situación de implementación de alumbrado público para la vía mediante ERNC deberá considerar el mantenimiento de las instalaciones, el recambio de equipos y la sostenibilidad del proyecto en el tiempo. Además deberá tener en consideración los niveles lumínicos y las generalidades técnicas indicadas.

Anexo 5: Acceder "Metodología básica para la elaboración de un plan de emergencia"

Acceder es una metodología simple, de fácil manejo, estructurada en una sola hoja, destinada a elaborar una planificación para situaciones de emergencia local, considerando los principios de Ayuda Mutua y Uso Escalonado de Recursos, que sustentan al Sistema de Protección Civil, a partir de una adecuada coordinación.

La metodología cubre por etapas las acciones y medidas fundamentales a tener en cuenta en la acción de respuesta, como son: Alarma, Comunicaciones, Coordinación, Evaluación Primaria o Preliminar, Decisiones, Evaluación Secundaria y la Readecuación del Plan, con lo que se conforma el acróstico Acceder. El Plan Acceder permite a los Administradores de Emergencias recordar fácilmente los aspectos que siempre deberán estar presentes en un Plan de Respuesta y que necesariamente requieren de una adecuada preparación para su efectiva articulación.

Al estructurar un Plan de Respuesta, el Comité de Protección Civil debe tener presente los siguientes elementos:

5.1 ALARMA

Ocurrido un evento destructivo, éste debe ser de conocimiento de un organismo o institución responsable de atender ese tipo de situaciones. Mientras no se reciba el aviso correspondiente, no existe ninguna posibilidad de dar respuesta oportuna. Por lo tanto, los sistemas de atención y aviso de la ocurrencia de emergencias deben ser muy conocidos por la comunidad para que ésta las comunique oportunamente al organismo responsable. El organismo de respuesta primaria o atención directa de la emergencia, con el propósito de optimizar el uso de sus recursos, procede a validar la información y despachar recursos sólo si la alarma recibida es correcta. Los servicios de respuesta primaria tienen procedimientos normalizados para validar alarmas. De no ser así, en el proceso de elaboración del plan específico de respuesta, basado en esta metodología, deberán quedar establecidos.

5.2 COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN

El plan debe reflejar claramente las relaciones de comunicaciones entre los organismos y servicios involucrados. Esta cadena de comunicación se inicia con el organismo que recibe la alarma y comienza a extenderse a los servicios de respuesta primaria.

De acuerdo con el nivel de impacto del evento, se involucran escalonadamente otros organismos superiores y también los medios de comunicación social, en resguardo al derecho a saber de las personas.

El proceso de comunicaciones es un ciclo, una cadena en la cual cada una de las partes alimentará permanentemente al todo. Puede ir desde abajo hacia arriba o viceversa.

Dentro del manejo de información es necesario considerar dos áreas de trabajo: la interna, es decir, la correspondiente a toda aquella información que es propia de cada institución para coordinar sus recursos y acciones; y la externa, es decir, toda aquella información que es traspasada de un organismo a otro a través de la Cadena de Comunicaciones, con el objetivo de lograr una mejor toma de decisiones de respuesta en los niveles que corresponda, como igualmente informar adecuada y oportunamente a la opinión pública.

Es necesario mantener un listado de los organismos, instituciones y servicios considerados en el plan. Este listado debe contener los nombres de los responsables institucionales frente al plan y su forma de ubicación las 24 horas del día. Conocida o generada una alarma, los responsables tendrán que autoconvocarse, es decir, concurrir sin necesidad que se les llame a participar en la superación de las situaciones de emergencia.

5.3 COORDINACIÓN

La coordinación es la armonía entre los elementos y acciones que se conjugan en una determinada situación, en función de un mismo objetivo. Supone trabajar en acuerdo, lo que resulta indispensable para controlar una situación de emergencia.

Para cada organismo, institución y servicio identificado en el plan, deben establecerse previamente sus roles y las funciones específicas de cada rol al ser activada esta planificación. Por otra parte, es fundamental que durante una situación de emergencia se establezca un mando conjunto, a través del cual cada uno cumpla con su respectivo rol.

En la planificación se debe considerar la coordinación y comunicación entre los organismos, como también las relaciones intersectoriales e interinstitucionales con los niveles superiores.

5.4 EVALUACIÓN (PRELIMINAR O PRIMARIA)

En esta fase se debe establecer una valoración de las consecuencias producidas por la emergencia. Constituye una tarea destinada a objetivar las reales dimensiones del

problema. Para tal efecto, el presente plan dispone como anexo integrado (Nº 6)[2], el Sistema de Evaluación de Daños y Necesidades, Plan Dedo$, el que apunta a objetivar respuestas para consultas claves, tales como ¿Qué pasó? ¿Qué se dañó? ¿Cuántos y quiénes resultaron afectados? El énfasis de la evaluación debe estar en las personas. Como primera tarea es necesario clasificar el tipo de emergencia y su manifestación, lo que determinará las acciones y recursos que se destinen.

Luego se determinan los daños, es decir, los perjuicios o efectos nocivos ocasionados por la emergencia. Lo anterior se constata con efectos sobre las personas (heridos, damnificados, etc.); en la infraestructura (caída de puentes, edificios, cortes de caminos, etc.) y servicios básicos (suspensión de energía eléctrica, comunicaciones, agua, etc.); y en el medioambiente (contaminación del agua, polvo en suspensión, etc.).
De acuerdo con el tipo de emergencia y los daños registrados, se generan necesidades que deben ir satisfaciéndose progresivamente para reestablecer la normalidad del área afectada.

La disponibilidad de recursos humanos, materiales y financieros al momento de ocurrir una emergencia, asociada a los daños y necesidades, determina la capacidad de respuesta del sistema social expuesto.

5.5 DECISIONES

De acuerdo con los daños y, a las respectivas necesidades evaluadas, el mando conjunto adoptará las decisiones de atención y normalización de la situación en el menor plazo posible.

La prioridad de satisfacción de necesidades de las personas, puede considerar, de acuerdo con el tipo de emergencia, la disposición de evacuaciones, traslados, reubicaciones, habilitación de albergues, asignación de tareas especiales, reunión de responsables, etc.

5.6 EVALUACIÓN (SECUNDARIA O COMPLEMENTARIA)

La evaluación secundaria o complementaria tiene por objetivo contar con antecedentes más acabados sobre las repercusiones del evento destructivo que afectó, o aún se encuentra afectando, un área determinada. Esta evaluación incluye un seguimiento de la comunidad afectada, si la hay, y una profundización sobre los daños a la infraestructura, los servicios y el ambiente. De acuerdo con los antecedentes que se recopilen, se

[2] Ver anexo en Decreto 156 de 2002 del Ministerio del Interior, que aprueba Plan Nacional de Protección Civil, y deroga decreto Nº 155, de 1977, que aprobó el Plan Nacional de Emergencia.

adoptarán nuevas decisiones en función de normalizar la situación del área afectada. También en esta etapa se evalúa la efectividad de las decisiones adoptadas a partir de la primera evaluación.

5.7 READECUACIÓN (REFORMULACIÓN DE PLANES)

Esta fase, a cargo del Comité de Protección Civil, permite un recordatorio de la importancia de aprovechar la experiencia, partiendo del convencimiento que no existe, por muchas similitudes puntuales que se observen, ninguna emergencia igual a otra. Cada nueva experiencia va indicando medidas correctivas, para perfeccionar la planificación, como igualmente para evitar errores.

La metodología Acceder debe ser utilizada por los integrantes del Comité de Protección Civil para elaborar el Plan de Respuesta, con todos los antecedentes que ésta indica, como los necesarios a tener en cuenta de acuerdo con cada realidad local, para actuar armónicamente en el control de una situación de emergencia. Es el comité el que deberá, con todos sus integrantes, abocarse al diseño del Plan de Respuesta de acuerdo con esta metodología, determinando, en primer lugar, las capacidades y competencias de cada organismo o instancia representada. A partir de ese diagnóstico, deberá darse a cada cual un rol, y especificar en el plan las funciones concretas para estos roles, de acuerdo con las competencias y capacidades, y en función de las acciones a considerar para el cumplimiento de cada etapa de Acceder. Resulta pertinente en esta etapa, consultar esta metodología para los diversos tipos de amenazas, puesto que las distintas variables de emergencia obligan a distintas acciones de respuesta.

Se debe tener siempre presente que el núcleo o soporte clave de una respuesta eficaz a emergencias es la evaluación oportuna de la misma, para disponer las acciones y recursos que sean necesarios para el control de la situación. Estructurado el Plan de Respuesta, no se puede esperar la ocurrencia de una emergencia para probar su efectividad. El plan debe ponerse a prueba efectuando ejercicios de escritorio (simulaciones) y de movimientos físicos (simulacros), durante los cuales se examinan roles, coordinaciones, accesos, recursos, y en general, todo lo previsto en el plan.

Los antecedentes que se obtengan de los ejercicios servirán de base, si se estima necesario, para readecuar el plan. De las experiencias adquiridas y antecedentes que se recopilen, surgirán recomendaciones que permitan mejorar el sistema de respuesta a nivel local.

Anexo 6: Guía práctica para la ejecución de simulacros

6.1 MARCO TEÓRICO

Dependiendo del escenario que se plantee, el nivel de tensión al que se someta a los participantes y los recursos que se movilicen, ya sean materiales o humanos, existen distintos tipos de ejercicios:

I. **Ejercicio de Mesa:** Es un ejercicio de menor complejidad cuyo alcance es más específico (grupo de trabajo, unidad, departamento, división). Identifica brechas en relación con el conocimiento de los protocolos por parte de los participantes y la oportuna toma de decisiones.

II. **Ejercicio Funcional:** Ejercicio enfocado a un grupo determinado de personas pero que, a diferencia del ejercicio de mesa, contempla la utilización de recursos materiales (equipos). Mide capacidades específicas relacionadas con planes, políticas y procedimientos, además del uso de equipos.

III. **Ejercicio a Gran Escala:** Ejercicio de mayor complejidad. Contempla la participación de otras instituciones (Sistema de Protección Civil) y la movilización de recursos humanos y materiales. Este último es denominado simulacro.

6.2 DEFINICIÓN

El simulacro es un ejercicio práctico en terreno a gran escala, en el cual los participantes se acercan lo más posible a un escenario de desastre real, con el propósito de evaluar la conducta frente a una situación específica, la calidad de respuesta y grado de preparación alcanzados, de acuerdo con una planificación existente. Implica la movilización de recursos, ya sean, monetarios, materiales o humanos.

6.3 ETAPAS PARA SU DESARROLLO

I. **Diseño:** Etapa en la cual se debe plantear el alcance y los objetivos del simulacro, se define las características operativas del ejercicio y se elaboran los documentos que entregarán el sustento técnico al ejercicio, por ejemplo, el escenario.

II. **Planificación:** En esta etapa se define el financiamiento y los costos del ejercicio.

También se definen las actividades críticas a realizar (reuniones, capacitaciones, actividades de difusión, etc.) y las tareas que desarrollará cada institución, como por ejemplo, municipalidades, Seremis, servicios públicos, FF.AA., empresas privadas, ONG's, etc.

III. **Ejecución:** Etapa en la que se pone en práctica lo planificado con anterioridad. Asimismo, en esta etapa es necesario realizar un seguimiento y control constante a las actividades que se van desarrollando durante el ejercicio: monitoreo de principales situaciones de emergencia, conteo de evacuados, coordinación con otras instituciones que estén participando o apoyando el ejercicio, etc. Los elementos claves en esta etapa son dos:

a. La activación del ejercicio: cómo se dará aviso a la comunidad el comienzo del ejercicio.

b. La desactivación del ejercicio: cómo se informará a la comunidad que el ejercicio finalizó y que pueden retornar a sus labores cotidianas.

IV. **Evaluación:** Esta etapa contempla la evaluación de dos aspectos. El primero, relacionado con el levantamiento de brechas de los planes y protocolos que se miden en el ejercicio. El segundo tiene relación con una evaluación interna, destacando aciertos e identificando oportunidades de mejora para aquellos procesos y etapas claves en el diseño, planificación y ejecución del ejercicio.

6.4 FINANCIAMIENTO Y COSTOS

I. Financiamiento

El simulacro es un ejercicio que contempla costos distribuidos en variadas actividades. La búsqueda de recursos a través de la alianza con empresas estratégicas o la inclusión de éste dentro del presupuesto anual de cada institución es una opción óptima para captar recursos necesarios que deberán ser enfocados en diferentes ítems, tales como:

a. Actividades de difusión

b. Viáticos

c. Transporte de evaluadores

d. Alimentación de evaluadores

e. Combustible

II. Costos

a. **Traslados y viáticos:** Los viáticos van asociados a cubrir aquellas instancias en que el personal deberá desplazarse dentro y fuera de la región por un tiempo significativo por motivo del simulacro. Lo anterior puede ser debido a reuniones con autoridades o grupos de interés, reuniones de coordinación, capacitaciones, etc.

b. **Difusión:** La campaña de difusión es un elemento fundamental del ejercicio ya que es el principal medio para dar a conocer a los potenciales participantes del ejercicio, las características del simulacro. Este ítem contempla, principalmente, actividades de gestión de prensa y publicidad. Se debe implementar una campaña de difusión durante, a lo menos, cuatro semanas previas al ejercicio, con el objetivo de informar a la comunidad sobre las instrucciones e implicancias del mismo. Esta campaña contempla los siguientes elementos:

- Folletos con planos de evacuación
- Afiches
- Lienzos pasacalle
- Volanteo/Casa a casa
- Avisos de prensa
- Frase radial y spot de televisión
- Redes sociales
- Sitios web institucionales

Las instituciones que participan, y mediante las cuales se lleva a cabo la difusión del ejercicio, son principalmente:

- Municipalidades
- Servicios públicos
- Empresas privadas
- Instituciones de educación

Además de difundir la información en las dependencias propias de cada organismo o institución, las actividades relacionadas con la difusión se realizan en lugares de alta afluencia de público, zonas donde se concentra el comercio y plazas públicas, entre otros.

6.5 IDENTIFIQUE CÓMO LA POBLACIÓN SE PUEDE PREPARAR PARA LA EVACUACIÓN MASIVA

El municipio, con el apoyo de Onemi deberá identificar, documentar y comunicar las expectativas y responsabilidades que tiene la población para prepararse durante una evacuación masiva, considerando su comportamiento esperado. El municipio deberá establecer objetivos medibles que describan los cambios deseados en el comportamiento, conocimiento y preparación para aquellas personas en riesgo y utilizar estos objetivos para evaluar el impacto de la planificación e identificar cúando estos aspectos han sido optimizados. Se deberá considerar lo siguiente:

I. El comportamiento o conocimiento deseado en relación con las preparaciones (por ejemplo, recolectando suministros de emergencia personales y conociendo hacia dónde evacuar).

II. El cambio deseado en comportamiento y conocimientos, basado en objetivos establecidos.

III. El período de tiempo específico en el cual el cambio de comportamiento esperado debería ocurrir.

IV. La revisión de nuevos resultados de investigación para asegurar que los objetivos sean realistas.

6.6 REDUCIR LOS OBSTÁCULOS PARA PREPARAR LA EVACUACIÓN MASIVA

El Municipio deberá considerar formas de reducir los posibles obstáculos, actividades y esfuerzos requeridos de parte de la población para su preparación y participación en la evacuación masiva. Los obstáculos pueden ser financieros, psicológicos, religiosos y relacionados con el tiempo. El municipio deberá llevar a cabo una investigación para identificar qué percibe la población como obstáculos principales para la preparación y tomar decisiones sobre cómo reducir o eliminar estos obstáculos, además de identificar métodos para ayudar a la población a prepararse y estar involucrada en la preparación para la evacuación masiva. Los métodos pueden incluir lo siguiente:

I. Proveer fuentes de información claras y listas de verificación sobre cómo prepararse.

II. Involucrar a la población en la organización y participación en ejercicios de evacuación masiva.

III. Involucrar a la población en el diseño y ejecución de las sesiones informativas. Cuando estas actividades son dirigidas por representantes públicos, esto ayuda a asegurar que la población retenga lecciones aprendidas y mantenga el impulso generado.

Dichato, Región de Biobío
Escuela de Diseño Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC)

BIBLIOGRAFÍA

1. Budiarjo, A. (2006). Evacuation Shelter Building Planning fot Tsunami-prone Area; A Case Study of Meulaboh City, Indonesia. Enschede, Países Bajos: International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation.

2. Charnkol, T., & Tanaboriboon, Y. (2006). Tsunami evacuation behavior analysis. IATSS Research, 30(2), 83-96.

3. Chen, X., & Zhan, F. (2008). Agent-based modelling and simulation of urban evacuation: relative effectiveness of simultaneous and staged evacuation strategies. Journal of the Operational Research Society, 59, 25-33.

4. Daamen, W. (2004). Modelling passenger flows in public transport facilities. Doctor, TU Delft.

5. FEMA, (2008). Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis.California, EE.UU: Federal Emergency Management Agency.

6. Ilustre Municipalidad de La Serena. (2012, Noviembre 09). Plan Comunal de Emergencia. Recuperado en noviembre 8, 2015, desde http://www.laserena.cl/promociones/proteccion_civil/doc/PLAN_COMUNAL_DE_EMERGENCIA.pdf

7. Instituto Nacional de Normalización, (2015). Norma Chilena NCh ISO 22315 - Seguridad de la sociedad - Evacuación masiva - Directrices para la planificación. Santiago de Chile: INN.

8. Johnson, D. (1973). A note on Dijkstra's shortest path algorithm. Journal of the ACM, 20, 385-388.

9. Klupfel, H. (2003). A Cellular Automaton Model for Crowd Movement and Egress Simulation. Duisburg–Essen: Doctor of Science.

10. Knoblauch, R., Pietrucha, R., & Nitzburg, M. (1996). Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start-Up Time. Transportation Research Record, 1538, 27-38.

11. Kobler, A., Jülich, S., & Bloemertz, L. (2004). El análisis del riesgo – una base para la gestión de riesgo de desastres naturales. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn, Alemania: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

12. Lammel, G., Rieser, M., & Nagel, K. (2008). Large Scale Microscopic Evacuation Simulation. En W. Klingsch, C. Rogsch, C. Schadscheneider, & M. Schreckenberg, Pedestrian and Evacuation Dynamics.Berlin: Springer-Verlag.

13. León, J., & March, A. (2015). An urban form response to disaster vulnerability: Improving tsunami evacuation in Iquique, Chile. Enviroment and Planning B: Planning and Design, 0(0), 1-22.

14. Lindell, M., & Prater, C. (2007). Critical behavioral assumptions in evacuation time estimate analysis for private vehicles: Examples from hurricane research and planning. ournal of Urban Planning and Development, 133, 18-29.

15. Mas, E., Adriano, B., & Koshimura, S. (2013). An Integrated Simulation of Tsunami Hazard and Human Evacuation in La Punta, Peru. Journal of Disaster Research, 8, 285-295.

16. Mas, E., Suppasri, A., Imamura, F., & Koshimura, S. (2012). Agent-based Simulation of the 2011 Great East Japan Earthquake/Tsunami Evacuation: An Integrated Model of Tsunami Inundation and Evacuation. ournal of Natural Disaster Science, 34, 41-57.

17. Moris, R., Tamburini, L. & Walker, R. (2015). Propuesta de guía de referencia sobre planes de evacuación. Definiciones, componentes y aspectos metodológicos. Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales, Cigiden.

18. Moris, R., & Tamburini, L. (2015). Comparación de metodologías para el cálculo de tiempos de evacuación frente a la amenaza de tsunami mediante el uso de análisis de redes (network analyst). Centro Nacional de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales Cigiden.

19. Moris, R., Cienfuegos, R., Arenas, F., Gironás, J., Escauriaza, C., Ledezma, C., Heitmann, J. et al. (2010). Estudio de riesgo de sismos y maremoto para comunas costeras de regiones de O'Higgins y del Maule. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.

20. Mück, M. (2008). Depelopment and application of a spatial information system supporting tsunami evacuation planning in South West Bali.Regensburg, Alemania: Institut für Geographie an der Üniversität Regensburg.

21. Municipalidad de Iquique, (2011). Plan de Respuesta Comunal frente a situación de emergencia y/o desastre. Iquique.

22. Onemi, (2001). Metodología básica para la elaboración de un plan comunal de prevención y de respuesta ante tsunami. Departamento de Protección Civil. Oficina Nacional de Emergencia.

23. Onemi. (2014). Mesa técnica interinstitucional de recomendaciones para la preparación y respuesta ante tsunamis. Recomendaciones para la preparación y respuesta ante tsunamis. Santiago: Onemi.

24. Post, J., Wegscheider, S., Muck, M., Zosseder, K., Kiefl, R., Steinmetz, T., & Strunz, G. (2009). Assessment of human immediate response capability related to tsunami threats in Indonesia at a sub-national scale. Natural Hazards and Earth System Sciences, 9, 1075-1086.

25. Rahman, K., Ghani, N., Kamil, A., Mustafa, A., & Kabir, A. (2013). Modelling Pedestrian Travel Time and the Design of Facilities: A Queuing Approach. Plos One, 8(5), 1-11.

26. Scheer, S., Varela, V., & Eftychidis, G. (2012). A generic framework for tsunami evacuation planning. Physics and Chemistry of the Earth, 49, 79-91.

27. Serviu, (2014). Diagnóstico sobre Construcción de Vías de Evacuación Zona Costera La Serena-Coquimbo. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Etapa IV: Informe Final, La Serena.

28. SHOA, (2001). Tsunamis - Las Grandes Olas, edición 2001. Impreso y publicado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA).

29. SHOA, (s.f.). Iquique: carta de inundación por tsunami. SHOA, Valparaíso.

30. Smith, R. (1995). Density, velocity and flow relationships for closely packed crowds. Safety Science, 18, 321-327.

31. Soule, R., & Goldman, R. (1972). Terrain coefficients for energy cost prediction. Journal of Appplied Physiology, 32(5), 706-708.

32. Sugimoto, T., Murakami, H., Kozuki, Y., & Nishikawa, K. (2003). A Human Damage Prediction Method for Tsunami Disasters Incorporating Evacuation Activities. Natural Hazards, 29, 585-600.

33. Tamburini, L. (2015). Evaluación del potencial de evacuación frente a la amenaza de tsunami en la zona costera de la ciudad de La Serena, Región de Coquimbo. Proyecto de Titulación desarrollado para optar al grado académico de Magíster en Geografía y Geomática.

34. Tobler, W. (1993). Three presentations on geographical analysis and modeling—non-isotropic geographic modeling. Speculations on the geometry of geography; and

global spatial analysis.Center for Geographic Information and Analysis Technical Report 93-1. UCSB.

35. UNESCO IOC, (2008). Preparación para casos de tsunami. Guía informativa para los planificadores especializados en medidas de contingencia ante catástrofes.

36. UNESCO IOC, (2009). Tsunami risk assessment and mitigation for the Indian Ocean; knowing your tsunami risk – and what to do about it. Paris: IOC Manual and Guides No. 52.

37. White, D., & Barber, S. (2012). Geospatial modeling of pedestrian transportation networks: a case study from precolumbian Oaxaca, Mexico. Journal of Archaeological Science, 39, 2684-2696.

38. Wood, N., & Schmidtlein, M. (2012). Anisotropic path modeling to assess pedestrian evacuation potential from Cascadia-related tsunamis in the US Pacific Northwest. Natural Hazards, 62, 275-300.

39. Wood, N., & Schmidtlein, M. (2012b). Community variations in population exposure to near-field tsunami hazards as a function of pedestrian travel time to safety. Natural Hazards, 3(65), 1603-1628.

“Construyendo territorios seguros para comunidades resilientes"

ISBN: 978-956-9432-68-2