

Percepción de la vulnerabilidad global ante tsunami en el borde costero de Chile central

*Perception of the Global Vulnerability of Tsunami
in the Coastal Edge of Central Chile*

EDILIA JAQUE CASTILLO¹

edjaque@udec.cl

JESÚS HORACIO^{1,2}

horacio.garcia@usc.es

VALESKA CÓRDOBA¹

valeska.cordova@udec.cl

JORGE QUEZADA¹

jquezad@udec.cl

RESUMEN

Las características tectónicas del margen continental chileno y su intensa y constante actividad sísmica, explican un nutrido historial de eventos catastróficos como sismos y tsunamis. La catástrofe más reciente es la acontecida el pasado 27 febrero de 2010, terremoto y posterior tsunami. Sin embargo, a pesar de este extenso historial no existe en Chile una respuesta organizada a través de generación de políticas públicas que aborden una gestión integral de riesgo de desastres, sobre todo por que predomina un enfoque unifactorial que se centra en las amenazas.

Este estudio indaga, a partir del conocimiento de la amenaza de tsunami, los niveles de vulnerabilidad de los habitantes de las zonas potencialmente inundables en las comunidades costeras de la región centro-sur de Chile. En este contexto, se analizan diversos tipos de vulnerabilidades en la localidad costera de Quidico (Provincia de Arauco, Región del Biobío), con el fin de aportar una visión del desastre desde la vulnerabilidad global, es decir, el efecto de la ocurrencia de un fenómeno natural en las personas y su respuesta ante él.

1 Universidad de Concepción, Chile.

2 Universidad de Santiago de Compostela.

Los resultados nos indican que existen altos niveles de vulnerabilidad socioeconómica, conjugados con altos niveles de vulnerabilidad educativa, organizacional y política. Esto se traduce en una vulnerabilidad global que predomina en el 80% de las zonas analizadas, y que nos permite concluir que la conformación de una costa de rápido acceso a las zonas de altura y un nivel de conocimiento no formal de la Comunidad, sino más bien ancestral, fue determinante en que la pérdidas de vidas humanas fuese mayor.

Palabras claves: Amenaza, Vulnerabilidad, Gestión de Riesgo, Tsunami.

ABSTRACT

Tectonic characteristics of the Chilean continental margin and its intense and constant seismic activity, explain a rich history of catastrophic events like earthquakes and tsunamis. The most recent catastrophic event occurred last February 27, 2010, earthquake and subsequent tsunami. However, in spite of this long history there is no organized response in Chile through the generation of public policies that address an integrated management of disaster risk, mainly because a unifactorial approach that focuses on the threats predominates.

This study investigates, from the knowledge of the tsunami threat, the levels of vulnerability of the inhabitants of the potentially floodable zones in the coastal communities of the south-central region of Chile. In this context, various types of vulnerabilities are analyzed in the coastal locality of Quidico (Province of Arauco, Biobío Region), in order to provide a vision of the disaster from the global vulnerability, that is, the effect of the occurrence of a natural phenomenon in people and their response to it.

The results indicate that there are high levels of socioeconomic vulnerability, coupled with high levels of educational, organizational and political vulnerability. This translates into a global vulnerability that prevails in 80% of the areas analyzed, and which allows us to conclude that the formation of a coast of fast access to areas of height and a level of non-formal knowledge of the Community, but better ancestral, was a determining factor in the loss of human lives.

Keywords: Threats, Vulnerability, Risk Management, Tsunami.

1. INTRODUCCIÓN

El tsunami es un fenómeno que se genera en el mar por desplazamiento brusco de masas de tierra que se transmiten a la masa de agua, como bloques de fallas, avalanchas submarinas, aunque la causa más común es la vibración generada por un sismo. La traslación de grandes masas de agua derivadas de alguno de estos movimientos llega a la costa en forma de un frente de ondas, caracterizados por una pequeña amplitud pero gran longitud de onda, que al llegar a una bahía cerrada disminuyen su longitud de onda y aumentan la amplitud (Quezada, 2000). Este fenómeno se ha observado reiterativamente en las costas de Japón, donde coexisten bahías cerradas (e.g. Tokio, Kobe, Sagami) con epicentros de sismos predominantemente marinos.

Las características topográficas y batimétricas de la costa tienen una influencia directa en la amplificación y/o atenuación de las ondas de un tsunami (Aránguiz, 2010). Un frente de ondas que penetra directamente en una bahía cerrada con forma en V o U en

planta, concentrará su energía en el fondo; bahías que son abiertas al interior con forma de C en planta, ayudan a dispersar las ondas. Si el frente de ondas viene del extremo opuesto a la boca de la bahía, es refractado por la península que bordea la bahía y se dispersa al interior. El relieve costero de la zona de estudio (Región del Biobío, Figura 1) es similar al japonés. Presenta una complejidad formada por penínsulas e islas litorales que conforman bahías y golfos, destacando las bahías de San Vicente, Coliumo, Concepción (la primera abierta al NW y las demás al norte) y el Golfo de Arauco. La Bahía de Concepción y el Golfo de Arauco poseen islas al NW (Quiriquina y Santa María, respectivamente) que contribuyen a la restricción de los sistemas costeros. La profundidad media de estas bahías es relativamente baja (<100m), lo que ayuda a elevar la altura de la ola.

En la costa chilena existe una elevada amenaza de tsunamis que ha afectado, históricamente y con especial energía, a la Región del Biobío. De los tsunamis históricos que afectaron a la Región, destacan los ocurridos en los años 1570, 1657, 1730, 1751 y 1835 por su capacidad destructora (Encina, 1956, 1970). Diversos estudios determinaron gracias a la propagación del tsunami e intensidades del terremoto que, en todos ellos, el foco de los sismos se localizaba al N-NW de la Bahía de Concepción y a menos de 100 km de la ciudad (Fitz Roy, 1839; Encina, 1956; Quezada, 2000; Aranguiz, 2010). El frente de ondas de estos tsunamis se amplificó en la Bahía de Concepción por su planta típica de forma en U, concentrando toda la energía en el sur, donde se localizan Talcahuano y Penco (antigua ciudad de Concepción). En el extremo NE, en torno a la ciudad de Tomé (Figura 1), el efecto fue menor, observándose una disminución en la altura de la ola (Fitz Roy, 1839).

En época reciente, el tsunami más devastador tuvo lugar en 1960 como resultado del mega terremoto ocurrido el 22 de mayo de ese año, con epicentro en la ciudad de Valdivia, ~340 km al sur de la ciudad de Concepción. El mayor daño se produjo al sur de la Península de Arauco, por su exposición directa al frente de ondas (Figura 1). En el Golfo de Arauco y las bahías de Concepción y San Vicente el impacto fue, en general, menor por el efecto barrera que ofrecen las penínsulas de Arauco, Hualpén y Tumbes y las islas Quiriquina y Santa María. Esta configuración fisiográfica favoreció que las ondas se refractasen y dispersasen hacia el interior de las bahías (Figura 2). No obstante, casos como el de Llico, en el Golfo de Arauco, merecen especial atención por el impacto que en él tuvo el tsunami. La altura de la ola en Llico fue mayor por causa de la refracción del tsunami entre la Punta Lavapié e Isla Santa María, desviando la onda al sur. Llico se localiza en el sector SO del Golfo de Arauco, punto inicial de la dispersión del tsunami, alcanzando ahí su máxima altura según testigos presenciales. Este mismo efecto de refracción puede explicar la mayor altura de la ola en el tsunami de 1835 en Talcahuano (Boca Chica) que en el este de la Bahía de Concepción (Boca Grande). La explicación física se atribuye a que la onda se refractó entre la Península de Tumbes e Isla Quiriquina.

Las bahías de Concepción, Coliumo y Golfo de Arauco, están abiertas al norte y reciben directamente el tren de ondas cuando viene de esa dirección, en cambio todas menos la de Coliumo, están protegidas por las penínsulas e islas litorales si las ondas vienen del sur. El avance de la línea de costa debido a las penínsulas e islas litorales de

la región del Biobío, pudo constituir una barrera en la propagación del tsunami de 1960 hacia el norte, dispersando las ondas, pues no hay indicios de mayores daños al norte de Coliumo (SHOA, 2000). En cambio, el maremoto se propagó libremente hacia el NO por el Pacífico hasta Hawaii y Japón. Existen otros tsunamis generados en el litoral de Valdivia que provocaron grandes daños en esa zona (1575, 1737 y 1837), pero con escasa repercusión en el área de estudio.

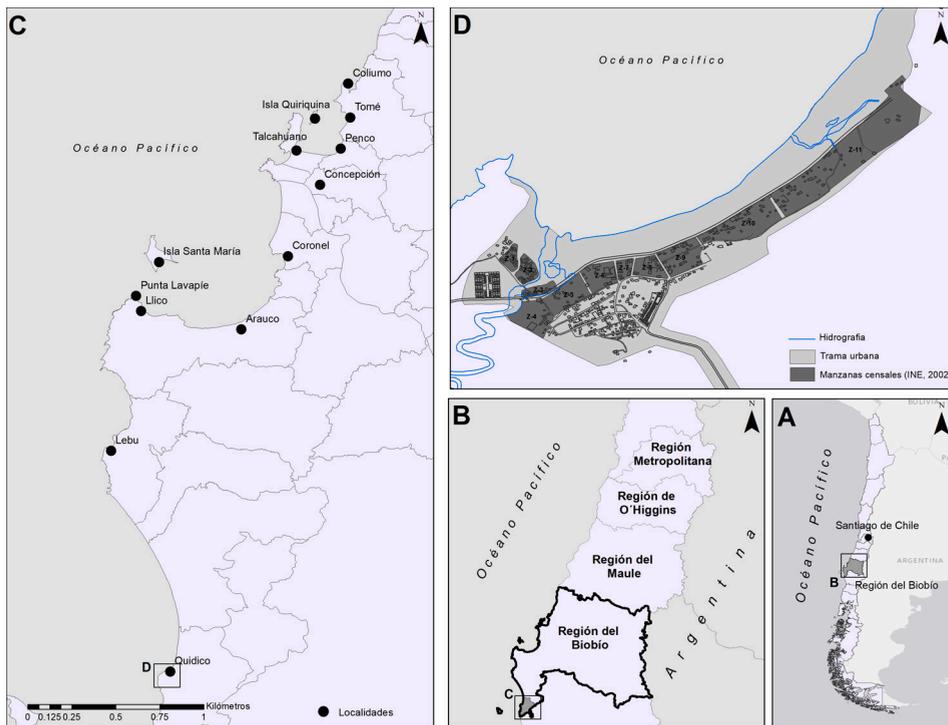


Figura 1. Localización del área de estudio.

A mediados del siglo XX se enfatiza en que los desastres no solo se asocian a eventos naturales, sino que son una expresión de una construcción sociocultural que determina la existencia y niveles de vulnerabilidad en los diversos grupos sociales (Arteaga y Tapia, 2015). Se postula, además, que existe una estrecha relación de causalidad entre los modelos de desarrollo y de urbanización y los procesos de generación de riesgos. En numerosas ocasiones, la mala elección de terrenos para la construcción de viviendas para los más desfavorecidos implicó incrementar la vulnerabilidad (Salas, 2007).

De esta manera, la vulnerabilidad establece la intensidad del desastre o el grado de destrucción a partir de la exposición, de la protección que tenga, de la reacción inmediata,

de la posibilidad de recuperación básica y de la reconstrucción (Cutter et al., 2003; Foschiatti, 2009). Cardona (2001) propone tres factores mediante los cuales se genera la vulnerabilidad: (i) fragilidad física o exposición (susceptibilidad de un asentamiento humano al encontrarse en un área de influencia de fenómenos naturales); (ii) fragilidad social (marginalidad de un asentamiento humano y debilidad ante factores socioeconómicos); y (iii) falta de resiliencia (incapacidad de respuesta humana ante un desastre, poca capacidad de enfrentarlo y sobreponerse ante este fenómeno). Wilches-Chaux (1993) sugiere el concepto de vulnerabilidad global como algo dinámico que surge por la interacción de diversos factores. El resultado de la conjugación de estos factores es la incapacidad de una comunidad de responder correctamente ante un determinado fenómeno. La vulnerabilidad global está integrada por once dimensiones: natural, física, económica, social, educativa, política, técnica, institucional, cultural, ambiental e ideológica.

Históricamente, los tsunamis en Chile han ocurrido bajo una ausencia de conocimiento de la amenaza y vulnerabilidad existentes ante este fenómeno (Lagos, 2012). El Gobierno de Chile ha apostado por hacer frente a la emergencia en vez de invertir en un plan de gestión y prevención, lo que va convirtiendo en más vulnerables a estas poblaciones. Igualmente, las comunidades costeras de la Región del Biobío, altamente vulnerables a los tsunamis (Contreras y Winckler, 2013; Jaque et al., 2013; Kubisch et al., 2017), no se han fortalecido a pesar de la repetición de estos fenómenos.

El presente estudio incide en la necesidad de desarrollar un modelo de gestión de riesgos para este tipo de fenómenos basado en el análisis de la vulnerabilidad global. Su estudio permite conocer las variables de manejo en una gestión integrada del riesgo. El análisis se ha llevado a cabo en la localidad de Quidico, ubicada en el borde costero de la provincia de Arauco, Región del Biobío (ver Figura 1). Esta pequeña caleta de pescadores cuenta con una población residente de 1.013 habitantes y una actividad económica correspondiente a la extracción de productos del mar, al comercio turístico y a la actividad gastronómica (INE, 2002). El asentamiento se localiza en una bahía abierta hacia el norte y limitada por un anfiteatro de acantilados inactivos modelados por la erosión fluvial. Constituyó el escenario propicio para el ingreso de la onda tsunámica de la madrugada del 27 de febrero de 2010. El tren de olas se adentró por el río de mismo nombre y alcanzó una altura promedio de ~4 m en varios sectores, tal y como recoge el Plan de Reconstrucción del borde costero de la región del Biobío del año 2010. Quidico y otras localidades próximas han sufrido la recurrencia de numerosos tsunamis (Jaque et al., 2013; Rojas et al., 2014; Kubisch et al., 2017).

2. ESTADO DE LA CUESTION: TSUNAMIS EN LA REGION DEL BIOBIO

2.1. Tsunamis generados por terremotos locales

08 de febrero de 1570. A las 09.00 h un fuerte temblor afectó a la ciudad de Concepción, derribando la mayor parte de las construcciones. Posteriormente, un tsunami cubrió toda la ciudad, inundándola varias veces. La ciudad de Concepción se localizaba

entonces en el extremo SE de la Bahía de Concepción, donde actualmente se encuentra la ciudad de Penco.

15 de mayo de 1657. A las 19.30 h un violento terremoto afectó a la zona comprendida entre los ríos Maule a Cautín. El movimiento derribó todas las edificaciones de Concepción. Dos horas más tarde, el mar comenzó a retirarse más allá de la línea de playa y, un tiempo después, una enorme ola se vino encima de la ciudad arrastrando las ruinas. Posteriormente le sucedieron dos olas más. Pasada la catástrofe, apareció varado un barco cerca de la actual Plaza de Armas de Penco (~400 m línea de costa), y numerosos objetos de los habitantes de la ciudad se localizaron en la Isla Santa María.

25 de mayo de 1751. A las 01.00 h un violento y prolongado terremoto volvió a derribar todas las edificaciones de la ciudad de Concepción. Media hora más tarde, el mar se retira a más de un kilómetro de la playa y siete minutos más tarde una enorme ola cubrió toda la ciudad con gran violencia. Durante la retirada, arrastró los escombros y objetos de las personas, quedando varado un buque en medio de la ciudad. Luego volvieron dos olas más, la última de mayor tamaño, que cubrieron toda la ciudad. A raíz de los reiterativos tsunamis se decide cambiar la ciudad de Concepción hacia un lugar más seguro, en el Valle de la Mocha en la ribera norte del río Biobío, donde se encuentra en la actualidad. El puerto también cambia su ubicación al SO de la Bahía de Concepción y recibe el nombre de Talcahuano.

20 de febrero de 1835. A las 11.30 h un nuevo terremoto similar al anterior afecta a toda la zona de Concepción. Este sismo fue muy bien documentado por el naturalista inglés Charles Darwin (Darwin, 1851) y el capitán de su expedición Fitz Roy (Fitz Roy, 1839), quien se encontraba en la zona en el momento del sismo. Media hora después del terremoto el mar se había retirado mucho, dejando varados todos los barcos anclados y haciendo visibles todas las rocas y bancos de la bahía. Luego se observó una ola enorme entre la Isla Quiriquina y la Península de Tumbes, barriendo la escarpada costa hasta una altura de 10 m. En forma de rugiente rompiente, inundó la mayor parte de la ciudad y luego retrocedió con tal violencia que arrastró consigo todas las ruinas. Según Lara (1886), el tsunami comenzó después de retirarse el mar al menos doce cuadras en dirección a la Isla Quiriquina; a continuación, se produjo un avance sobre el puerto, llegando hasta el sector de Los Perales (3 km al sur de la línea de costa de Talcahuano); el mar arrojó, al mismo tiempo, una enorme masa de roca sobre la Isla Quiriquina, cuyo peso se estima en $25 \cdot 10^3$ t.

27 de febrero de 2010. A las 3.34 h un terremoto de magnitud $M_w=8,8$ afecta a una amplia zona del centro-sur de Chile, entre las regiones de Valparaíso y Araucanía (33-38,6° Lat. S). Se generó después un tsunami destructor que afectó al litoral continental chileno y varias islas. El tsunami fue complejo, con direcciones de proveniencia de las olas y *run-up* muy variables (cota máxima de inundación), así como por la tardía llegada de una tercera ola cuatro horas y media después del terremoto. La Figura 2 ilustra las direcciones de proveniencia de las olas del tsunami de 2010 y las probables fuentes generadoras. En la Región del Biobío el tsunami se manifestó de manera variable, existiendo zonas donde no fue sensible y otras donde fue extremadamente destructor, por ejemplo, en las localidades de Dichato, Talcahuano, Llico y Tubul (ver Figura 1).

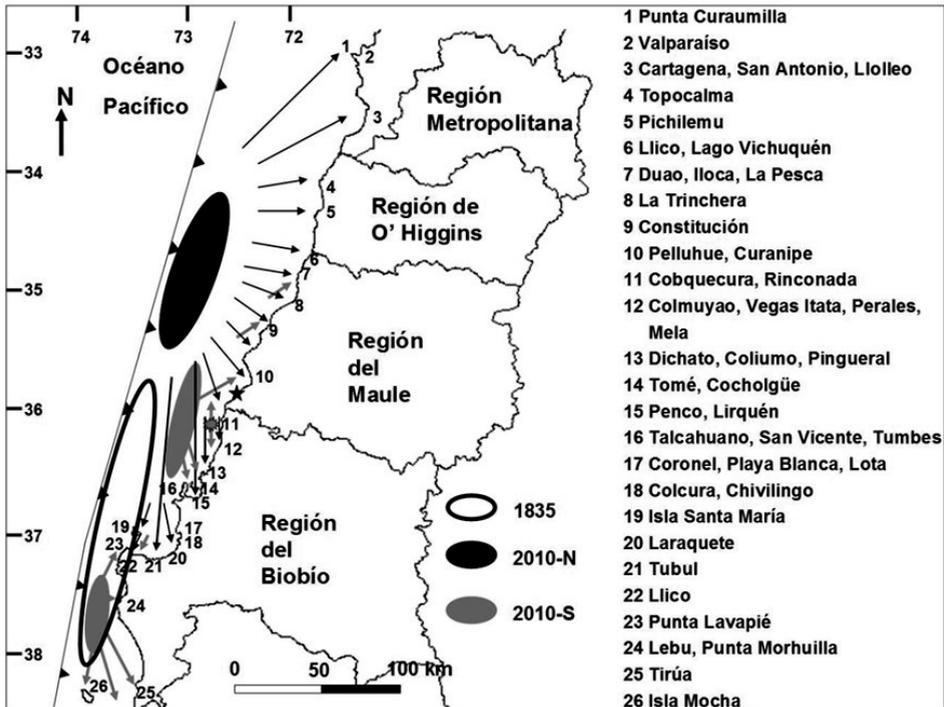


Figura 2. Fuentes generadoras del tsunami de 2010 y dirección de proveniencia de las olas. Se ilustra además la fuente tsunamigénica probable para el terremoto de 1835.

Entre Cobquecura y el norte de la Bahía de Coliumo, con un litoral de orientación N-S muy expuesto hacia el oeste, la tercera ola del tsunami se propagó lateralmente, de norte a sur, con *run-up* inferior a 4 m, penetrando por la desembocadura del río Itata (36, 4° Lat. S), sin producir mayores daños en este segmento fluvial (localidades de Mela, Colmuyao y Vegas del Itata). Sin embargo, las localidades situadas en pequeñas inflexiones del litoral, que tiene localmente orientación este-oeste, recibieron el impacto del tsunami en forma frontal desde el norte, con *run-up* superior a 5 m, siendo muy dañadas Rinconada, Perales y Purema. Más al sur, en las bahías de Coliumo, Concepción y Golfo de Arauco, la tercera ola del tsunami también fue la más destructora, propagándose de norte a sur, embocando directamente en las bahías. En Coliumo y Pingueral, en los extremos NO y NE de la bahía, el *run-up* fue de 6 m, aunque en Dichato, situada en el fondo de esta, el *run-up* fue sustantivamente mayor, llegando a 10 m. Dichato recibió el impacto frontal del tsunami desde el norte, penetrando con gran velocidad hacia el sur e inundando la totalidad de la parte plana hasta ~500 m al interior (Quezada y Jaque, 2012). Los cerros de la Cordillera de la Costa actuaron de barrera hacia el sur, de modo que se generó el efecto reservorio, acumulándose progresivamente el agua y aumentando la altura de la inunda-

ción. El río Coliumo, situado al SO de la bahía, fue incapaz de absorber el agua entrante desde el mar, de manera que la corriente penetró con gran velocidad aguas arriba por más de 2 km, arrastrando varios pesqueros. En la Bahía de Concepción, por su morfología en planta en U y abierta al norte, y la Isla Quiriquina en el sector NO, las olas rebotaron en la compleja topografía litoral y obras portuarias, situación que contribuyó a aumentar la turbulencia del flujo y generar remolinos.

2.2. Tsunamis generados por terremotos lejanos

06 de julio de 1730. Un gran terremoto afecta a la zona central del país a las 04.45 h. Se generó un tsunami que afectó desde Callao a Valdivia. Al llegar a la Bahía de Concepción desde el norte, el fenómeno se manifestó de manera similar a los anteriores: el mar se retiró ~1 km de la playa y cuatro olas gigantescas seguidas destruyeron los 2/3 de Concepción.

05 de noviembre de 1952. Un terremoto al este de la Península de Kamchatka (Noreste de Siberia, Rusia) en latitud 52° 03' Lat. N y 161° Long. E, generó un tsunami que fue registrado por todas las estaciones de marea alrededor de la cuenca del Pacífico. El tsunami alcanzó las costas de Chile en la mañana del 5 de noviembre. Las estaciones mareográficas de la Armada de Chile midieron 2,32 m en Arica, 1,43 m en Antofagasta, 2,83 m en Caldera, 1,80 m en Valparaíso y 3,60 m en Talcahuano. Los mayores efectos se hicieron notar en la Bahía de Concepción, especialmente en Talcahuano, Dichato, Penco y San Vicente.

22 de mayo de 1960. Un gran terremoto se produjo en las costas de Valdivia a las 15.11 h, generando un tsunami que devastó los puertos de Corral, Queule y Pto. Saavedra. El tsunami se propagó al norte provocando grandes daños en Hawaii y Japón, derribando además varios Moaís en la Isla de Pascua. En el litoral de la región del Biobío, se produjeron en tres avances-retrocesos del mar durante quince minutos; el primero a las 15.30 h, el segundo y más fuerte a las 17.30 h y el tercero a las 20.00 h, para disminuir paulatinamente. En Llico y Lebu la segunda ola alcanzó una altura de 6 m. En la ciudad de Coronel el mar se retiró más que la línea de baja marea y las aguas volvieron con una inundación tranquila, igual que en Talcahuano.

12 de marzo de 2011. El 11 de marzo de 2011 a las 05.46 h (UTC), ocurrió un terremoto Mw=9 en Japón con epicentro a 16.950 km al NO de la Bahía de Coliumo. Se generó un tsunami mayor que afectó a varias bahías japonesas de morfología similar a la Bahía de Coliumo. En unos casos, la llenante también se manifestó en la forma de corriente turbulenta y, en otros, ocurrió una rompiente de gran altura y luego el *surf* (barra espumosa), que se propagó al interior en forma de corriente turbulenta y arrastrando todo a su paso. El tsunami se propagó por el Océano Pacífico, arribando a las costas chilenas, en promedio, a las 2.00 h (5 UTC) del 12 de marzo de 2011, con varios trenes de ondas, según se observa del registro de varios mareogramas entre Arica y Chiloé. Las amplitudes máximas se alcanzaron con los trenes de ondas que arribaron entre las 3.00 h y 14.00 h con

2 m en promedio. El mareograma de Talcahuano registró 8 olas principales separadas por una hora. La batimetría y morfología litoral generaron distintos efectos y, al igual que en el terremoto del 27 de febrero de 2010, las bahías abiertas al norte fueron las más sensibles.

16 de septiembre de 2015. Un terremoto de magnitud $M_w=8,3$ afectó la Región de Coquimbo (30-31° Lat. S, a ~700 km al norte de la Bahía de Concepción). Se generó un tsunami que afectó, principalmente, a las localidades de Tongoy, Coquimbo y Quintero, y se propagó hacia el sur afectando a las localidades de Dichato y Penco con un *run-up* de 1 m, pero sin provocar daño.

3. MÉTODO

A partir del enfoque de la construcción social del riesgo se plantea que este es producto de la amenaza por la vulnerabilidad (Cardona, 2001), y cuya expresión matemática es:

$$R_t = A_t \cdot V_t \quad [\text{Ec. 1}]$$

Según esto, el método de trabajo del estudio se organizó en tres fases: (i) evaluar los niveles de amenaza del tsunami (A_t); (ii) estudiar las áreas donde existe amenaza alta y media; y (iii) evaluar la vulnerabilidad de la población ante este fenómeno (V_t). Todo el ensayo empírico se llevó a cabo en la localidad de Quidico tras el tsunami sufrido el 27 de febrero de 2010.

A_t se obtuvo a partir de observaciones de la cota máxima de inundación hechas en terreno post-evento del 27F. La dirección de proveniencia de las olas y la hora de arribo en las distintas localidades de la costa de la Región del Biobío, se contrastaron con información obtenida con entrevistas directas a observadores claves (testigos). Las líneas de inundación fueron corregidas por medio de un GPS cartográfico diferencial marca Trimble. El post-procesamiento se hizo con la base TIGO y *software* GPS Pathfinder Office, bajando considerablemente el error, siendo en el plano horizontal menor a 30 cm en toda el área de estudio.

V_t , comprendida como vulnerabilidad global (Wilches-Chaux, 1993), se evaluó a partir de una encuesta de vulnerabilidad que considera tres secciones (ver Anexo): (a) información personal del encuestado; (b) vulnerabilidad física y socioeconómica; y (c) vulnerabilidad educativa. Para determinar la vulnerabilidad económica se siguieron las premisas de MIDEPLAN (2009), donde se indica que la línea de indigencia es el ingreso mínimo establecido por persona para satisfacer las necesidades alimentarias, correspondiente al costo mensual de una canasta básica de alimentos por persona, cuyo contenido calórico y proteico permite satisfacer un nivel mínimo de requerimientos nutricionales.

La determinación de la muestra se basó en los datos de construcciones y viviendas superpuestas en el mapa de amenaza, fijándose un número de 200 viviendas en el área de inundación por tsunami. Considerando 3,4 integrantes por familia (INE, 2010), se obtuvo que son 800 personas las expuestas a esta amenaza (A_t) en la localidad de Quidico. No

obstante, se constató que este dato “oficial” está modificado por el importante número de viviendas que corresponden a segundas viviendas (principalmente cabañas turísticas), disminuyendo a 123 viviendas dentro del límite de inundación y alcanzando a 492 habitantes la población expuesta.

Las encuestas fueron tomadas (i) en relación a la representatividad del número de viviendas amenazadas por el fenómeno de tsunami, y (ii) con las manzanas censales ubicadas dentro del área de inundación (Figura 3). El tamaño de muestra se calculó utilizando la fórmula para poblaciones finitas (Kerlinger, 1988). Se consideraron un total de 30 encuestas realizadas sobre personas mayores de 18 años, residentes de la localidad y pertenecientes a una vivienda ubicada. El muestreo realizado en cada zona de estudio del área urbana de la localidad de Quidico indica que (zona / población total / muestra): 1/21/6; 2/20/4; 3/7/6; 4/5/1; 5/9/3; 6/13/0; 7/2/1; 8/6/0; 9/11/3; 10/9/2; 11/20/4.

La Tabla 1 muestra la matriz de evaluación global. Esta se evaluó por medio de un modelo cartográfico de superposición aplicado desde un SIG.

Tabla 1. Matriz de evaluación de vulnerabilidad global.

VARIABLES	Vuln. Global baja	Vuln. Global media	Vuln. Global alta
Vulnerabilidad económica	- Alto nivel de ingresos (401 mil o más)	- Suficiente nivel de ingresos (\$201 mil a \$400 mil)	- Ingresos que cubren solo las necesidades básicas (\$0 a \$200 mil)
	- Población que reside en la localidad, pero desempeñan alguna actividad productiva fuera de esta	- Población que reside y desempeña alguna actividad productiva en la localidad, pero fuera del área	- Población que reside y desempeña alguna actividad productiva dentro del área
	- Personas que desarrollan actividades productivas ligadas a otros sectores	- Vulnerable y/o desarrollan actividades productivas ligadas al sector agropecuario	- Vulnerable y/o ligadas al sector comercio, servicios y pesquero
	- Personas que reciben sus ingresos mediante pensión por vejez		
Vulnerabilidad Social	Población que menciona que sí hubo unidad al ocurrir el tsunami de 2010 y/o reconoce que alguien tomó el cargo de líder		Población que menciona que no hubo unidad al ocurrir el tsunami de 2010 y/o reconoce que nadie tomó el cargo de líder
Vulnerabilidad Educativa	- Población que posee estudios superiores y/o en establecimientos particulares	- Población que posee enseñanza media incompleta o completa y/o en establecimientos particular-subvencionado	- Población que posee enseñanza básica incompleta o completa y/o en establecimientos municipales
	- Población que conoce los planes de evacuación en la localidad	- Población que no conoce los planes de evacuación en la localidad	- Población que no conoce los planes de evacuación en la localidad

Tabla 1 (continuación)			
Vulnerabilidad Política	Población que participa en juntas vecinales, y reconoce que se han tomado medidas como comunidad		- Población que no participa en juntas vecinales y/o menciona que no se han tomado medidas como comunidad
			- Personas que no responden la pregunta
Vulnerabilidad Técnica	Población que tiene antecedentes de infraestructuras construidas en la localidad con el objetivo de disminuir el riesgo de tsunami		Población que no tiene antecedentes de infraestructuras construidas en la localidad con el objetivo de disminuir el riesgo de tsunami
Vulnerabilidad Institucional	Población que tiene antecedentes de alguna institución que haya puesto en práctica medidas para disminuir el riesgo		Población que no tiene antecedentes de alguna institución que haya puesto en práctica medidas para disminuir el riesgo
Vulnerabilidad Cultural	Población que se informa sobre eventos naturales mediante un libro o enciclopedia y que no considera importante la información que entrega la televisión sobre ese tema	Población que se informa sobre eventos naturales mediante radio o internet y que considera que la información que entrega la televisión sobre ese tema es normal	Población que se informa sobre eventos naturales mediante la televisión considerándola importante o extremadamente importante; o las personas que no se informan en ningún medio
Vulnerabilidad Ambiental	Población que indica no haber ningún recurso mal explotado y que conoce una o más medidas de protección al medio ambiente en Quidico		Población que indica que sí hay recursos mal explotados y que no conoce medidas de protección al medio ambiente en Quidico
Vulnerabilidad Ideológica	- Población que no profesa en ninguna religión. - Población que se dirige a zonas de seguridad propuestas por la municipalidad	- Población que pertenece a otra religión	Población que pertenece a la religión católica o protestante y/o no sabe cómo enfrentar un evento de tsunami
		- Personas que se dirigen a zonas de seguridad que ellas mismas consideraron seguras	

4. RESULTADOS

4.1. Amenaza de tsunami

Las condiciones morfológicas de la Bahía de Quidico (orientación norte flanqueada por una llanura fluvial de 6 m y una playa de 4 m al sur, está enmarcada por laderas de pendientes suaves asociadas a antiguos acantilados que limitan las terrazas marinas en distintos niveles de altitud, a más de 50 m.s.n.m), supone que la inundación del tsunami alcanzó la cota de 10 m, que corresponde al pie de las laderas, lo que se traduce en un nivel de amenaza alto para la localidad en un 70% de su superficie urbana. En este espacio se localizan viviendas consolidadas, además de una escuela, recintos turísticos de alojamiento y comida y la caleta de pescadores.

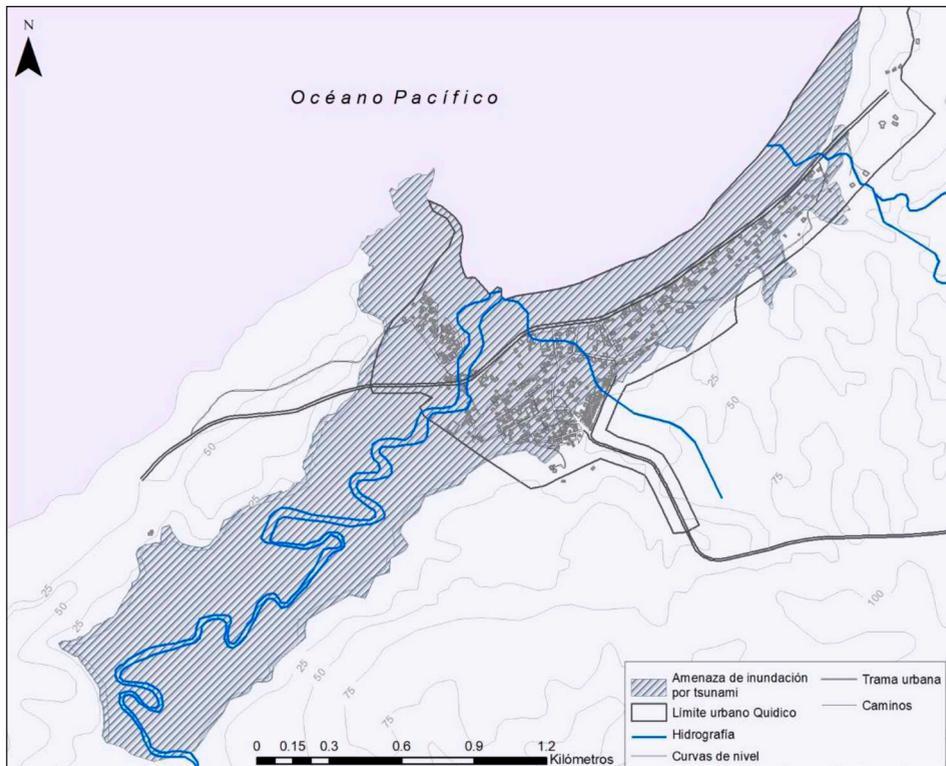


Figura 3. Amenaza de inundación por tsunami en la localidad de Quidico.

4.2. Vulnerabilidad ante Tsunami

Las condiciones económicas, sociales, políticas, culturales y organizacionales, entre otras, permitieron definir para esta localidad el contexto de vulnerabilidad de la pobla-

ción que está expuesta a esta amenaza. Considerando el enfoque de la construcción social del riesgo (Beck, 2000) podemos identificar los problemas de desarrollo no resueltos que contribuyen a aumentar los niveles de riesgo y la conformación de los desastres.

Vulnerabilidad económica

La canasta básica por persona de la localidad de Quidico (considerada como zona urbana) asciende a \$39.962 (\$: peso chileno). En una vivienda habitan 4,43 personas de media (INE, 2010), con lo que el total promedio de ingreso familiar correspondiente a la línea de pobreza extrema (LPE) \$266.838 y el total de ingreso familiar correspondiente a la línea de pobreza (LP) resulta de \$400.256 (CASEN, 2015).

De acuerdo a los resultados de las encuestas y considerando la clasificación del MINSAL (Ministerio de Salud de Chile), un 27% de las familias posee un ingreso inferior a \$90.000, situándose estas por debajo de la LPE. Un 49% de las familias tiene ingresos entre \$90.000 y \$200.000, bajo la LP. Un 17% de familias tienen un ingreso familiar entre \$200.000 y \$400.000, situándose sobre la LP; y solo un 7% de las familias superan este rango de pobreza, con ingresos superiores a \$400.000.

En cuanto a la actividad económica desempeñada por los habitantes de Quidico, un 33% de las familias trabaja en el sector servicios, un 27% en el sector pesquero, un 17% reciben sus ingresos por pensiones de vejez, 13% trabajan en el sector comercial, 7% lo hacen en el sector forestal y un 3% en el industrial. El hecho de que la mayor cantidad de personas encuestadas trabaje en el sector servicios, indica que la localidad dejó de ser una zona productora de recursos naturales.

Los datos expuestos para la zona de estudio reflejan una vulnerabilidad económica alta (Figura 4A), por cuanto gran parte de la población vive mensualmente con menos de \$90.000. La distribución de los trabajos entre los sectores comercial, servicios y pesquero (=73%) es otro indicador de alta vulnerabilidad, ya que los dos primeros se ven muy afectados por los tsunamis, mientras que la pesca no es buena en la localidad, dándose solo de forma artesanal.

Vulnerabilidad social

Frente a la pregunta *¿Su comunidad se encontraba unida al momento de ocurrir el Tsunami del año 2010? ¿Hubo alguien que tomó el cargo de líder (innato) para guiar a la comunidad (vecinos) por una vía de evacuación o de rescate?* El 53% de los encuestados consideraron que no hubo unión como vecinos al ocurrir el tsunami, mientras que el 47% mencionaron que sí hubo unidad entre ellos, *“al ocurrir el tsunami todos los vecinos evacuaron sus viviendas y se dirigieron a un mismo lugar y posteriormente, se organizaron para compartir los suministros básicos”*. A ello hay que sumarle la ayuda del gobierno, que fue repartida de forma organizada mediante una comisión formada por ellos mismos. Considerando estos dos comportamientos de la sociedad (unión y liderazgo), se obtuvo una vulnerabilidad social alta en nueve de las once zonas de Quidico. (Figura 4B).

Vulnerabilidad educativa

Tres preguntas de la encuesta (Anexo) se refirieron a la vulnerabilidad educativa. A la cuestión *¿Cuál es el nivel de estudios que posee el encuestado? (en representación de su familia)*, el 33% de los encuestados respondió “media completa”, seguido de “básica incompleta” y “básica completa”, ambas con el 27%. El 10% tiene estudios de “educación superior” y un 3% “media incompleta”. A la cuestión *¿a cuál sistema educativo pertenecía la institución en la que estudió? (enseñanza básica y/o media)*, la alternativa “Municipal” fue elegida por el 77% de la muestra. El 13% respondió “particular” y el 10% “particular-subvencionado”.

En la tercera cuestión se preguntó si *¿Usted conocía antes del tsunami del año 2010 algún plan de evacuación?*, el 70% de los encuestados mencionaron no haber conocido ningún plan de evacuación antes de que ocurriera el tsunami del año 2010, mientras que el 30% restante respondió que sí sabían por dónde y hacia dónde dirigirse, pero solo por instinto propio, ya que la municipalidad nunca estuvo presente ante este tema. Estos resultados reflejan un nivel educativo muy bajo, con un nivel de vulnerabilidad alto para nueve de las once zonas. Solo en las zonas 4 y 5 se asignó un nivel de vulnerabilidad educativa media (Figura 4C). Esta valoración responde a que en los planes y programas de enseñanza básica y secundaria no se contemplan temáticas asociadas a los riesgos naturales nacionales y locales, por lo que la población conoce de estos fenómenos de manera muy informal.

Vulnerabilidad política

Frente a las preguntas *¿Usted pertenece a alguna Junta de Vecinos?*, *¿En su sector residencial se han tomado medidas respecto a algún problema que los aqueje?*, orientadas a evaluar la vulnerabilidad política. El 57% de las personas encuestadas declararon no pertenecer a ninguna junta de vecinos; solo el 43% sí pertenecía, lo que muestra que la vulnerabilidad política de la localidad estudiada es relativamente alta. Se observó también que la población no tiene un nivel de autonomía alto, ni intereses bien marcados ya que el 60% de los encuestados reconoció que, como comunidad, no se han resuelto problemas en común.

En la distribución espacial de la vulnerabilidad política (Figura 4D) se aprecia una variación en los once sectores: cinco tienen un nivel alto, dos niveles medios y dos están dentro del nivel bajo. Los sectores 6 y 8 no pudieron ser analizados porque sus viviendas están destinadas a segundas viviendas o cabañas de playa, por tanto, no habitadas.

Vulnerabilidad técnica

Para conocer el nivel de vulnerabilidad técnica, se preguntó a los encuestados lo siguiente: *¿Usted tiene antecedentes de algún diseño de infraestructura (en casas o edificios, por ejemplo) que se haya construido antes o después del tsunami del año 2010?* El

57% señaló que no conoce alguna infraestructura que haya sido construida para la mitigación del tsunami; el 43% contestó que sí conocía infraestructuras que servían para mitigar las consecuencias del tsunami, señalando un muro de contención construido en el año 2004 en la ribera del río Quidico, aunque este no fue construido para mitigar tsunamis, sirvió para atenuar el evento del año 2010. Son tres las zonas que tienen un nivel bajo de vulnerabilidad técnica, cinco un nivel alto y una un nivel medio (Figura 4E).

Vulnerabilidad institucional

Para evaluar la vulnerabilidad institucional se preguntó *¿Usted sabe si alguna institución estatal o privada ha puesto en práctica o propuesto alguna medida para reducir el riesgo de tsunami en la localidad de Quidico?* El 30% de las personas encuestadas, si conocían medidas o planes de reducción del riesgo, por ejemplo, la construcción de un rompeolas por parte del Gobierno Regional o la instalación de letreros de vías de evacuación. En cambio, un 67% de los encuestados indicó que no sabían de la existencia de planes o medidas tendientes a la reducción del riesgo de tsunami. En consecuencia, las medidas institucionales (estatales o privadas) para la reducción del riesgo no se han hecho presentes, lo que hace de Quidico altamente vulnerable desde la perspectiva institucional en cinco zonas, con vulnerabilidad media en tres zonas y baja en una (Figura 4F).

Vulnerabilidad cultural

Para conocer la vulnerabilidad cultural se preguntó *¿Qué medio elige para informarse sobre eventos naturales como el tsunami (libro, internet, radio, televisión, etc.)? Y ¿Qué tan importante es la información que aporta la televisión acerca de eventos naturales (en especial tsunamis)?* En la primera cuestión, el 64% de los encuestados considera que es la televisión el medio más utilizado; el 20% opina que es internet; el 3% la radio y también los libros y el 10% no supieron responder. A la segunda cuestión, el 60% de las personas considera que la información que entrega la televisión sobre eventos naturales es importante; el 20% la considera demasiado importante, un 17% normal y para el 3% no tiene importancia.

El nivel de vulnerabilidad cultural en la localidad es alto en casi su totalidad (Figura 4G), presentando niveles medios solamente los sectores 5 y 9. Se concluye que las personas no dedican tiempo a informarse sobre riesgos naturales, más bien asimilan la información que les entrega la televisión y dejan de lado otros medios de comunicación como la radio o internet. La lectura de libros o enciclopedias queda relegada como última opción, entendiéndose que la población no tiene mayor interés por la información que entrega esta fuente.

Vulnerabilidad ambiental

La vulnerabilidad ambiental se estudió a través de dos cuestiones de la encuesta (Anexo). En la primera preguntaba, *¿Usted sabe de algún recurso en la localidad de*

Quidico que esté siendo explotado inadecuadamente?, el 73% de las personas señaló que no saben de algún recurso que esté siendo explotado, mientras que el 27% restante contestó que “sí”, focalizando su respuesta en la pesca. Esta pregunta reveló, además, otro aspecto interesante respecto al 73% que respondió “no”. Estas personas mencionaron sobre los pocos recursos marinos que quedan, es decir, ya no hay recursos que en algún momento se explotaron y que sirvieron como un trabajo estable en la localidad. El grupo del 27% matizó en su respuesta que, aunque se explotan recursos del mar mediante la pesca de arrastre, esta se encuentra solo al nivel de la pesca artesanal ante la merma de los recursos marinos.

La segunda cuestión, *¿Usted conoce alguna medida de protección del medio ambiente en la localidad de Quidico?*, el 76% de los encuestados reconoce no estar al tanto de alguna medida de protección del medio ambiente; el 17% indicó que sí conocen algunas medidas, por ejemplo, señalan que las etnias mapuches protegen constantemente las líneas costeras. Se constató también que este grupo de encuestados apuestan por no seguir pescando de forma masiva como medida sostenible de protección. El 7% restante no respondió a la segunda cuestión.

La localidad de Quidico presenta un variado nivel de vulnerabilidad ambiental (Figura 4H). Tres sectores tienen un nivel alto, otros tantos un nivel medio y los mismos un nivel bajo. En general, se puede afirmar que la población tiene conocimiento ambiental, reconociendo qué productos están siendo mal explotados y relevan algunas medidas que se han incorporado en la localidad para la protección del medio ambiente.

Vulnerabilidad ideológica

La vulnerabilidad ideológica se analizó, en primer lugar, sabiendo cuál es la religión de los habitantes de la zona de estudio. Los resultados de la encuesta (Anexo) indican que el 50% son protestantes, 33% católicos y 17% no profesos. Los encuestados creyentes o pertenecientes a una religión (83%) hace presuponer que el comportamiento de esta parte de la población al momento de ocurrir un evento natural (tsunami) podría estar limitado a sus creencias religiosas. Se trataría de comportamiento de espera pasiva o de resignación ante el hecho y, por consiguiente, de no cumplimiento de medidas de evacuación. Esta población suele dejar todo en *Manos de Dios*, creyendo que es este quién los salvará de cualquier posible tragedia.

La segunda cuestión que abordó la vulnerabilidad ideológica se centró en las posibles creencias religiosas ligadas al comportamiento realizado en el tsunami del año 2010. Para ello se formuló la pregunta de *¿Cuál de las siguientes alternativas utilizó usted al verse expuesto al tsunami del año 2010?* El 80% respondió que se dirigió a las zonas que ellos mismos consideraban seguras, 7% se quedó en sus casas, otro 7% evacuaron el lugar, pero por vías indicadas por la municipalidad, 3% se dirigió a ayudar a las personas y otro 3% no respondió a la pregunta.

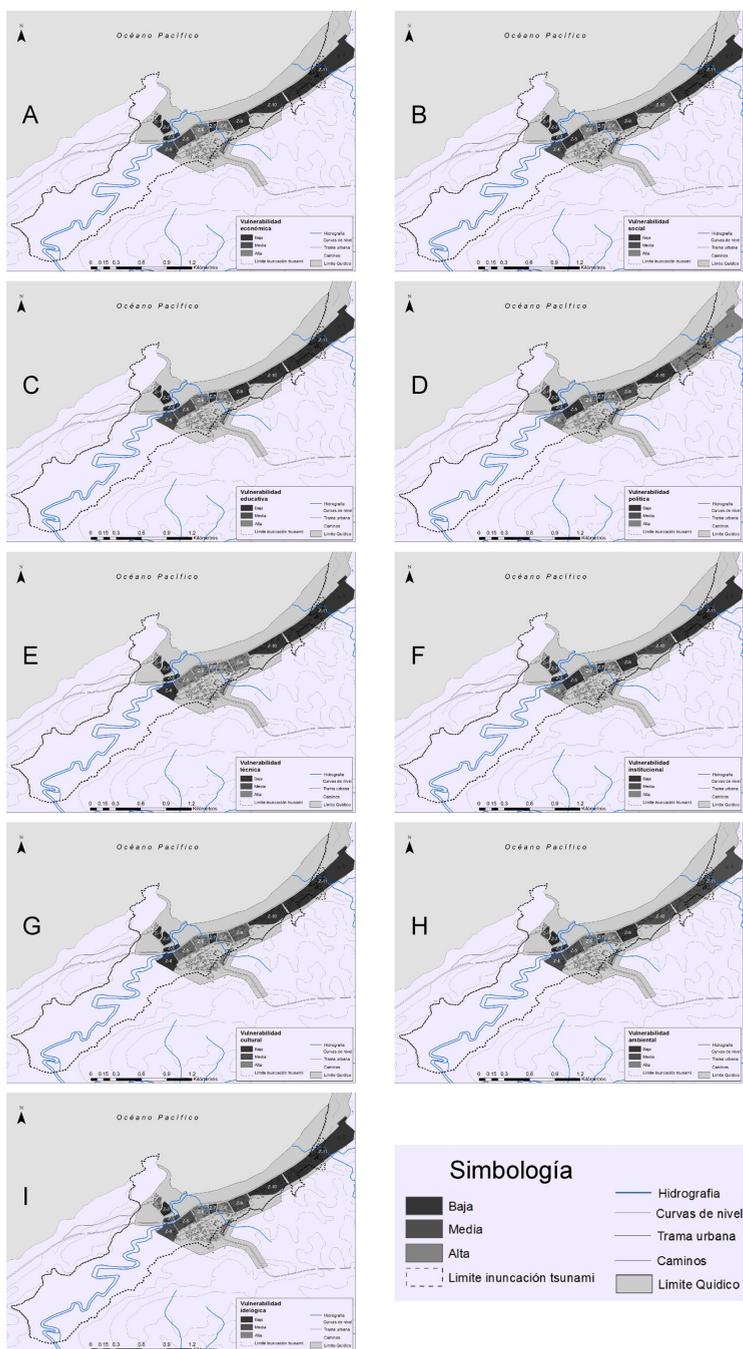


Figura 4. Zonificación de diferentes vulnerabilidades: económica (A), social (B), educativa (C), política (D), técnica (E), institucional (F), cultural (G), ambiental (H), ideológica (I).

Con los resultados obtenidos y el balance final entre ambas preguntas, se fijó un nivel de vulnerabilidad ideológica bajo, con un comportamiento de la población muy basado en sus instintos. La mayoría de la población actuó de forma correcta ante el tsunami de 2010, evacuando hacia un lugar alto a pesar de ser una población mayoritariamente religiosa. La distribución espacial de esta vulnerabilidad (Figura 4I) es alta en los sectores 2, 10 y 11, media en los sectores 3, 4, 5, 7 y 9 y baja en el sector 1.

Vulnerabilidad general

La encuesta realizada tiene cuatro preguntas relacionadas con la vulnerabilidad general (Anexo). La primera cuestión plantea *¿De quién escuchó la alarma (acerca de la evacuación del tsunami)?* Los resultados señalan que el 53% respondió que no hubo alarma y se protegieron por sus propios instintos; 30% evacuó porque un familiar o vecino les dio aviso del tsunami; 10% no escucharon o no supieron de la existencia de una alarma; y 7% comenzaron a evacuar porque escucharon las sirenas de Bomberos o Carabineros.

La segunda cuestión indaga sobre si *¿Piensa usted que la localidad de Quidico es vulnerable a un evento de Tsunami?* (se explicó el significado de vulnerabilidad a aquellas personas que lo desconocían). El 90% de los encuestados respondió que la localidad es vulnerable a eventos de tsunamis, percibiéndose una comprensión del fenómeno. El 7% considera que podría serlo y un 3% que no lo es.

La tercera cuestión pregunta sobre *¿Cuánto tiempo pasó en comenzar a evacuar?* Las respuestas, a diferencia de las anteriores, fueron más dispersas: el 41% mencionaron que inmediatamente después; 23% lo hicieron durante el terremoto; 23% entre 5 y 15 minutos; 7% más de 25 minutos; 3% las opciones entre 15 y 25 minutos y otro 3% no evacuó. La última cuestión preguntaba sobre *¿Cuánto tiempo le tomó en llegar a un lugar seguro?* El 59% de la muestra respondió menos de 10 minutos; 17% entre 10 y 15 minutos; 17% más de 25 minutos; 3% entre 15 y 20 minutos.

Las cuatro preguntas analizadas en este tipo de vulnerabilidad (no formal), determinó que los nueve sectores encuestados tienen un nivel bajo. Esto supone que las personas estaban bien preparadas y que tuvieron una reacción buena y rápida a pesar de no disponer de (i) un sistema de alarma y (ii) mayor información sobre tsunamis.

4.3. Vulnerabilidad global

La sumatoria de las distintas dimensiones de la vulnerabilidad en cada una de las zonas de la localidad de Quidico, conducen a que en ocho de las once zonas analizadas las vulnerabilidades altas predominan dando una sumatoria global también alta para la mayor parte de las zonas (Figura 5). Solo la zona 4 con una vulnerabilidad media y las zonas 6 y 8 con una vulnerabilidad baja, se diferencian.

Considerando la ecuación del riesgo (Ec. 1), en la localidad de Quidico se conjugan factores de alta amenaza en una comunidad con alta vulnerabilidad global, generando con ello un alto riesgo frente a tsunamis.

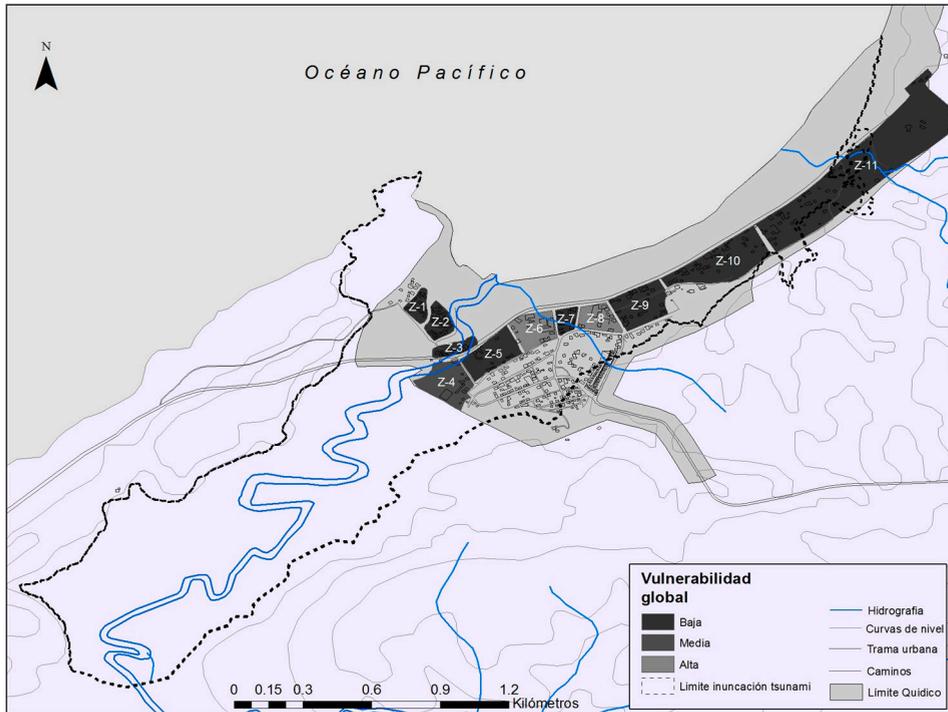


Figura 5. Zonificación de vulnerabilidad global.

4.4. Propuestas para la disminución del riesgo

Cardona (2001) señala que solo disminuyendo la vulnerabilidad podemos reducir el riesgo. Es posible, entonces, desarrollar propuestas concretas que disminuyan algunas de las vulnerabilidades encontradas en el contexto de las localidades costeras. En unos casos pueden ser gestionadas localmente pero, en otros, requieren de acciones centralizadas.

Frente a la vulnerabilidad institucional, por ejemplo, sostenemos que se hace necesario fortalecer el conocimiento institucional y comunitario para mejorar la capacidad de afrontamiento, y diseñar medidas consensuadas que abarquen la totalidad del ciclo del riesgo. Ambas acciones deben estar orientadas a empoderar las instituciones locales como referentes en la reducción del riesgo de desastres (RRD). Para ello proponemos: (i) buscar un cambio de paradigma en el actuar institucional, pero acorde a los principios y orientaciones internacionales vigentes; (ii) promover el concepto de cultura del riesgo a nivel comunitario, con el objeto de contar con una población más involucrada en la RRD.

Cada municipio debería disponer de una oficina especializada en materias de reducción de riesgo de desastre con funciones concretas, recursos financieros y capital humano especializado. El cometido tiene que orientarse a planificar, articular, ejecutar y sociabi-

lizar acciones de educación, prevención y preparación, todo ello con el fin de disminuir las vulnerabilidades y conocer las amenazas de desastres a través del fortalecimiento de capacidades del equipo comunal y la comunidad.

Para la disminución de la vulnerabilidad social se hace necesario determinar las fortalezas con que cuenta cada una de las localidades costeras. A través de un diagnóstico profundo del territorio, las municipalidades deberán sistematizar el riesgo y conocer sus fortalezas y debilidades para enfrentar la amenaza y, al mismo tiempo, estimar el nivel de conocimiento de la población frente a estas dinámicas naturales. Ahondar en una comunidad educada será fundamental, por lo que proponemos implementar un enfoque comunitario que involucre activamente a la ciudadanía. Se hace necesario, por tanto, implementar herramientas comunicacionales con el objetivo de acercar la comunidad a los riesgos, permitiéndoles conocer el territorio que habitan generando una mayor conciencia y conocimiento en acciones preventivas frente a un episodio de emergencias.

La comunidad de Quidico era conocedora de cómo actuar frente al tsunami, y ello a pesar de que el municipio no contaba con una infraestructura que respondiera a esta necesidad. Tampoco tenían en esa fecha espacios definidos y equipados, o zonas seguras para recibir y soportar a la población desplazada. El modo de actuar de la comunidad de Quidico debe servir de ejemplo y tenerse en consideración para futuras propuestas en la disminución del riesgo.

5. REFLEXIÓN FINAL

La confluencia de las condiciones geomorfológicas y topográficas de las localidades costeras de la Región del Biobío potencia la amenaza de inundación por tsunami. Las localidades de esta área fueron, literalmente, arrasadas por el tsunami provocado por el sismo del 27 de febrero de 2010 (Isla et al., 2012). En este contexto de alta amenaza, las propuestas de ordenamiento y los instrumentos de planificación urbana no se focalizaron en las zonas de inundación, y mucho menos en la vulnerabilidad de la población expuesta (ver González-Riancho et al., 2014; Tumini et al., 2016). Los estudios de riesgo en Chile se han enfocado solo desde la amenaza como un factor único en la generación de los riesgos (Lagos, 2000), lo que denominaría Cardona (2001) como el enfoque naturalista.

Este trabajo demuestra, por un lado, la necesidad de avanzar hacia un enfoque holístico del riesgo que considere factores de vulnerabilidad que tienden a generar los desastres una vez manifestada la amenaza. Y, por otra, refleja una realidad también presente en otros centros urbanos costeros de la Región (Martínez et al., 2012; Rojas et al., 2014). La localidad de Quidico, a diferencia de otras estudiadas desde la perspectiva de la vulnerabilidad (Martínez et al., 2011; Martínez et al., 2012; Rojas et al., 2014; Jaque et al., 2013), presenta un aumento en su población durante el verano y una reducción en las estaciones restantes, por tanto, con una población estival flotante. El estudio de vulnerabilidad global realizado es de utilidad para la población estable, siendo necesario en

el futuro elaborar un estudio similar para la población estival y lograr, de ese modo, un resultado más completo.

Agradecimientos

Los autores quieren mostrar su más sincero agradecimiento a Darío Almendra por haber llevado a cabo todo el desarrollo cartográfico del estudio. Igualmente, nos gustaría mencionar a toda aquella población de Quidico que amablemente respondió a nuestra encuesta.

A la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción. Proyecto de Investigación DIUC FI N° 209.603.010-1. Valoración de los riesgos naturales en un territorio socioeconómicamente degradado, provincia de Arauco, VIII Región. Orientaciones para la Gestión Integrada del Territorio.

REFERENCIAS

- Aránguiz (2010): *Modelación numérica del tsunami del tsunami de 2010 en la bahía de Concepción utilizando deformación inicial estática no uniforme*. Obras y proyectos 8, 12-18.
- Arteaga, C., Tapia, R. (Eds.) (2015): *Vulnerabilidades y desastres socio naturales. Experiencias recientes en Chile*. Editorial Universitaria, 196 p.
- Beck, U. (2000): Retorno a la teoría de la sociedad del riesgo. Boletín de la A.G.E., 30: 9-20.
- Cardona, O.D. (2001): La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de Vulnerabilidad y Riesgo. *International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice*, 29 y 30 de junio de 2001, Disaster Studies of Wageningen University and Research Centre, Wefeningen, Holanda.
- CASEN (2015): *Ampliando la mirada sobre la pobreza y la desigualdad*. Santiago de Chile.
- Contreras, M., Winckler, P. (2013): Pérdidas de vidas, viviendas, infraestructura y embarcaciones por el tsunami del 27 de febrero de 2010 en la costa central de Chile. *Obras y Proyectos*, 14: 6-19.
- Cutter S.L., Boruff B.J., Shirley, W.L. (2003): Social Vulnerability to Environmental Hazard. *Social Science Quarterly*, DOI: 10.1111/1540-6237.8402002.
- Darwin, C. (1851): *Geological observations of South America, geological observations on coral reefs, volcanic islands and on South America-Being the voyage of the Beagle, under the Command of Captain Fitzroy, R.N., during the years 1832 to 1836*. Londres: Smith and Elder.
- Encina F. (1956): *Historia de Chile desde la prehistoria hasta 1891*. Vol. 2, 26-28 Editorial Nacimiento 4°, Edición Santiago, Chile.
- Encina F. (1970): *Historia de Chile desde la prehistoria hasta 1891*. Vol 3, 267-268 Editorial Nacimiento 4°, Edición Santiago, Chile.
- Fitz Roy, R. (1839): *Narrative of the surveying voyages of His Majesty's ships Adventure and Beagle*. Vol. 2. Plate opp. 509 p.
- Foschiatti, A.M. (2009): *Aportes conceptuales y empíricos de la vulnerabilidad global*. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
- González-Riancho, P., Aguirre-Ayerbe, I., García-Aguilar, O., Medina, R., González, M., Aniel-Quiroga, I., Gutiérrez, O.Q., Álvarez-Gómez, J.A., Larreynaga, J., Gavidia, F. (2014). Integrated tsunami vulnerability and risk assessment: application to the coastal area of El Salvador. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 14: 1.223-1.244.
- INE (2002): *Síntesis de resultados 2002*. Santiago de Chile.
- INE (2010): *Síntesis de resultados 2010*. Santiago de Chile.
- Isla, I., Quezada, J., Martínez, C, Fernández, A., Jaque, E. (2012): Maximum Holocene highstand for the coastal plains of the Arauco Gulf, BíoBío Region: A sea-level curve for Chile. *Journal of Coastal Research*. 28(1): 102-111.

- Jaque, E., Contreras, A., Ríos, R., Quezada, J. (2013): Evaluación de vulnerabilidad ante tsunamis en Chile central. Un factor para la gestión local del riesgo. *Revista Geográfica Venezolana*, 54(1): 47-65.
- Kerlinger, F. (1988): *Investigación del comportamiento*. California.
- Kubisch, S., Jaque, E., Braun, A. (2017): Risk perception of tsunamis in the community of Arauco, Chile – a contribution of risk perception to disaster risk management at local level. *European Geosciences Union General Assembly*, Austria 2017.
- Lagos, M. (2012): Zonificación del riesgo de tsunamis en el centro-sur de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 53: 7-21.
- Lagos, M. (2000): Tsunamis de origen cercano a las costas de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 27: 93-102.
- Lara, H. (1886): *La ciudad mártir: aporósito del 50° aniversario del terremoto del 20 de febrero de 1835 que arruinó a Concepción*. Concepción, s.n., 52 p.
- Martínez, C., Rojas, O., Jaque, E., Quezada, J., Vázquez, D., Belmonte, A. (2011): Efectos Territoriales del Tsunami del 27 de Febrero de 2010 En la Costa de la Región del Bio-Bío, Chile. *Revista Geográfica de América Central*, Número Especial EGAL, II Semestre, p. 1-16.
- Martínez, C., Rojas, O., Aránguiz, R., Belmonte, A., Altamirano, A., Flores, P. (2012): Riesgo de tsunamis en caleta Tubúl, Región del Biobío: escenarios extremos y transformaciones territoriales post-terremoto. *Revista de Geografía Norte Grande*: 53: 85-106.
- MIDEPLAN (2009): *Guía de programas sociales 2009-2010*. Santiago de Chile.
- Quezada, J. (2000): Peligrosidad de tsunamis en la zona de Concepción. *Congreso Geológico Chileno*, 9. Puerto Varas, Chile, 31 Julio - 4 Agosto, p. 92-96.
- Quezada, J., Jaque, E. (2012): Cambios en el relieve generados como consecuencia del terremoto Mw = 8,8 del 27 de febrero de 2010 en el centro-sur de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 53: 35-55.
- Rojas, O., Sáez, K., Martínez, C., Jaque, E. (2014): Efectos ambientales post-catástrofe en localidades costeras afectadas por tsunamis en Chile: desde la emergencia a la reconstrucción. *Revista Interciencia*, 39(6): 383-390.
- Salas J. (2007): Vulnerabilidad, pobreza y desastres 'socio-naturales' en Centroamérica y El Caribe. *Informes de la Construcción*, 59(508): 29-41.
- SHOA (2000): *El maremoto del 22 de mayo de 1960 en las costas de Chile, Valparaíso*. Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. 2ª Edición, 2000. Impreso por SHOA. Valparaíso, Chile. 72 p.
- Tumini, I., Villagra-Islas, P., Herrmann-Luncke, G. (2016): Evaluating reconstruction effects on urban resilience: a comparison between two Chilean tsunami-prone cities. *Nat Hazards*, DOI 10.1007/s11069-016-2630-4
- Wilches-Chaux, G. (1993): La vulnerabilidad global. E Andrew Maskrey (comp.): *Los desastres no son naturales*, LA RED-Tercer Mundo Editores, Bogotá, pp. 9-50.

Anexo

Encuesta de Vulnerabilidad Global ante un evento de Tsunami. En la localidad de Quidico. Provincia de Arauco

Nº encuesta Unidad de Análisis o Manzana

I. Datos personales del encuestado

1. Edad 2. Sexo: F M

3. ¿Cuántas personas componen su hogar?

- a) Menos de 3
- b) 4
- c) 5
- d) 6
- e) 7 o más

II. Vulnerabilidad Económica

1. ¿En que rango de ingreso familiar se ubica su hogar?

- a) Menos de \$90.000.
- b) Entre \$90.000 y \$200.000.
- c) Entre \$200.000 y \$400.000.
- d) Entre \$400.000 y \$1.000.000.
- d) Más de \$1.000.000.

2. La persona que más aporta en el hogar, ¿en que sector laboral se desempeña?

- a) Sector Servicios
- b) Sector Comercio
- c) Sector Industrial
- d) Sector Pesquero
- e) Pensionado
- f) Otro sector Especificar cuál _____

III. Vulnerabilidad Social

1. ¿Usted piensa que su comunidad se encontraba unida al momento de ocurrir el Tsunami del año 2010?

- a) Sí b) No

Si la respuesta es **Sí** indicar en que aspectos se observó ese comportamiento

2. Al ocurrir el Tsunami de 2010 ¿hubo alguien que tomó el cargo de líder (innato) para guiar a la comunidad (vecinos) por una vía de evacuación o de rescate?

- a) Sí b) No

Si la respuesta es **Sí**, indicar un hecho de liderazgo

IV. Vulnerabilidad Educativa

1. ¿Qué nivel de estudios posee usted?

- a) Básica Incompleta
- b) Básica Completa
- c) meda Incompleta
- d) Media Completa
- e) Superior

2. ¿A cuál Sistema Educativo pertenecía su institución educacional?

- a) Municipal
- b) Particular-subvencionado
- c) Particular
- d) Otro(s) Especificar _____

3. ¿Usted conocía antes del Tsunami del año 2010 algún plan de evacuación?

- a) Sí
- b) no

Si la respuesta es **Sí** especificar cual(es)

V. Vulnerabilidad Política

1. ¿Usted pertenece a alguna junta de vecinos?

- a) Sí
- b) No

Cualquiera sea la respuesta, responder por qué

2. ¿En su sector residencial se han tomado medidas respecto a algún problema que los aqueje?

- a) Sí
- b) No
- c) N/S, N/R

Si la respuesta es **Sí**, especificar cual(es)

V. Vulnerabilidad Técnica

1. ¿Usted tiene antecedentes de algún diseño de infraestructura (en casas o edificios por ejemplo) que se haya aplicado antes o después del Tsunami del año 2010 en la localidad de Quidico? (con el objetivo de mitigar u tsunami)

- a) Sí
- b) No

Si la respuesta es **Sí**, indicar uno o dos antecedentes

VI. Vulnerabilidad Institucional

1. ¿Usted sabe si alguna institución (estatal o privada) ha puesto en práctica o propuesto alguna medida para reducir el riesgo de Tsunami en la localidad de Quidico?

- a) Sí b) No

Si la respuesta es **Sí**, especificar el nombre de la institución y la medida que se aplicó

VII. Vulnerabilidad Cultural

1. Usted se informa sobre eventos naturales como el Tsunami a través de:

- a) Un libro o enciclopedia
b) Internet
c) La radio
d) La televisión
e) Otro medio

Especificar cual(es) _____

2. La información que entrega la televisión sobre eventos naturales (en especial Tsunamis), para usted:

- a) Es importante
b) Es extremadamente importante
c) Es normal
d) No tiene importancia

VIII. Vulnerabilidad Ambiental

1. ¿Usted sabe de algún recurso natural en la localidad de Quidico que esté siendo explotado inadecuadamente?

- a) Sí b) No

Si la respuesta es **Sí** indique uno o dos recursos naturales

2. ¿Usted conoce alguna medida de protección del medio ambiente en la localidad de Quidico?

- a) Sí b) No

Si la respuesta es **Sí** indicar una o dos medidas

IX. Vulnerabilidad Ideológica

1. ¿Cuál es su religión?

- a) Católica
b) Protestante
c) No profesa
d) Otra

Indicar cuál _____

2. ¿Cuál de las siguientes alternativas utilizó usted al verse expuesto(a) al tsunami del año 2010? (u otro tsunami)

- a) Se dirigió a la zona de playa para ver el comportamiento de mar
- b) Esperó en su hogar tranquilamente
- c) Trató de salvar la mayor cantidad de bienes materiales
- d) Rápidamente se dirigió a las zonas de seguridad propuestas por la municipalidad
- e) Se dirigió a las zonas de seguridad que usted consideró seguras
- f) Otra Indicar cuál _____

X. Vulnerabilidad General

1.- ¿Cuál fue la alarma / ¿De quién escuchó? (Acerca de evacuación tsunami)

- a) Vecino/Familiar
- b) Radio
- c) Bomberos/Carabineros (sirena o altavoz)
- d) No escuchó/supo de alarma
- e) No se acuerda
- f) No hubo alarma

1. ¿Piensa usted que la localidad de Quidico es Vulnerable a un evento de Tsunami?

- a) Sí
- b) No
- c) Tal vez
- d) N/S, N/R

2.- Tiempo en comenzar a evacuar:

- a) Durante el terremoto
- b) Inmediatamente después
- c) Entre 5 y 15 minutos
- d) Entre 15 y 25 minutos
- e) Más de 25 minutos
- f) No evacuó (ir a pregunta 6)

3.- ¿Cuánto tiempo le tomó llegar a un lugar seguro?

- a) Menos que 10 minutos
- b) Entre 10 y 15 minutos
- c) Entre 15 y 20 minutos
- d) Entre 20 y 25 minutos
- e) Más de 25 minutos