EFECTOS SOCIOAMBIENTALES POST-CATÁSTROFE EN LOCALIDADES COSTERAS VULNERABLES AFECTADAS POR EL TSUNAMI DEL 27/02/2010 EN CHILE

OCTAVIO ROJAS VILCHES, KATIA SÁEZ CARRILLO, CAROLINA MARTÍNEZ REYES y EDILIA JAQUE CASTILLO

RESUMEN

Los tsunamis corresponden a uno de los desastres más devastadores; en horas o minutos pueden destruir amplios sectores. A los efectos inmediatos de un tsunami se agregan múltiples efectos socioambientales crónicos en comunidades pobres. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos socioambientales del tsunami ocurrido el 27/02/2010 en Chile, considerando la vulnerabilidad socioeconómica, la percepción de seguridad y los problemas ambientales, en localidades rurales altamente vulnerables que dependen de la extracción de productos del mar. Se aplicó una encuesta la cual fue analizada mediante los softwares Infostat y SPSS. Los resultados establecieron cuatro tendencias: a) disminución del ingreso de los hogares, que afecta principalmente a mujeres; b) aumento de la inseguridad de la población; c) lentitud del proceso de reconstrucción, el que no ha considerado las características de la población; y d) disminución generalizada del nivel y calidad de vida de la población.

El riesgo de desastre es un resultado complejo de la interacción de amenaza y vulnerabilidad (Ayala y Olcina, 2002; Rojas y Martínez, 2012). Los tsunamis corresponden a una de las amenazas costeras más devastadoras en la mayor parte de los océanos del mundo (Bernard *et al*., 2006) y causan gran cantidad de daño material y humano. El mayor terremoto-tsunami registrado por la humanidad, ocurrió el 21/05/1960 en la zona sur de Chile (Mw=9,5); arrasó con cientos de ciudades y localidades de la costa del Pacífico (Cisternas *et al*., 2000; Quezada *et al*., 2010). Más reciente, el terremoto de Sumatra del 26/12/2004 (Mw=9,3) generó un tsunami desastroso que afectó a 11 países del Océano Índico (Bird *et al*., 2007; Horton *et al*., 2008). Este tipo de amenaza natural genera más daño cuando actúa sobre ciertas características de la población y de infraestructura expuesta, que la hace más frágil o vulnerable ante el evento (Mustafa *et al*., 2008).

La vulnerabilidad es un concepto eminentemente social, deriva de procesos económicos, demográficos y políticos; se traducen en acumulación de fragilidades, cuantificables en diferentes dimensiones de vulnerabilidad (física, económica, social, educativa, política, etc.) que determinan la capacidad potencial de un grupo de personas para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de un desastre o catástrofe (Ayala y Olcina, 2002; Rojas y Martínez, 2012). En los hogares la estructura de la vulnerabilidad a nivel interno se relaciona con el nivel de ingresos, capacidad de ahorro y nivel educativo, factores que permiten a una familia reaccionar adecuadamente ante perturbaciones externas; mientras que a nivel externo se vincula con el apoyo financiero recibido por los hogares desde el gobierno u organizaciones no gubernamentales (ONGs), durante el ciclo de la emergencia (Willroth *et al*., 2011).

La materialización del riesgo deviene en desastres y catástrofes; en países en desarrollo con economías

PALABRAS CLAVE / Desarrollo Rural / Desastre / Gestión del Riesgo / Tsunami / Vulnerabilidad /

Recibido: 09/12/2012. Modificado: 11/06/2014. Aceptado: 12/06/2014.

Octavio Rojas Vilches. Candidato a Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción (UdeC), Chile. Becario CONICYT, Chile. Profesor Investigador, UdeC, Chile. Dirección: Departamento de Geografía, UdeC. Víctor Lamas N°1290, Barrio Universitario, Concepción, Casilla 160-C, Chile. e-mail ocrojas@udec.cl

Katia Sáez Carrillo. Magister en Estadística, UdeC, Chile. Doctora en Ingeniería Eléctrica, Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil. Profesora e Investigadora, UdeC, Chile. e-mail: ksaez@udec.cl

Carolina Martínez Reyes. Doctora, Universidad de Barcelona, España. Profesora e Investigadora, UdeC, Chile. e-mail: carolmartinez@udec.cl

Edilia Jaque Castillo. Doctora en Ciencias Ambientales, UdeC, Chile. Profesora e Iinvestigadora, UdeC, Chile. e-mail: edjaque@udec.cl

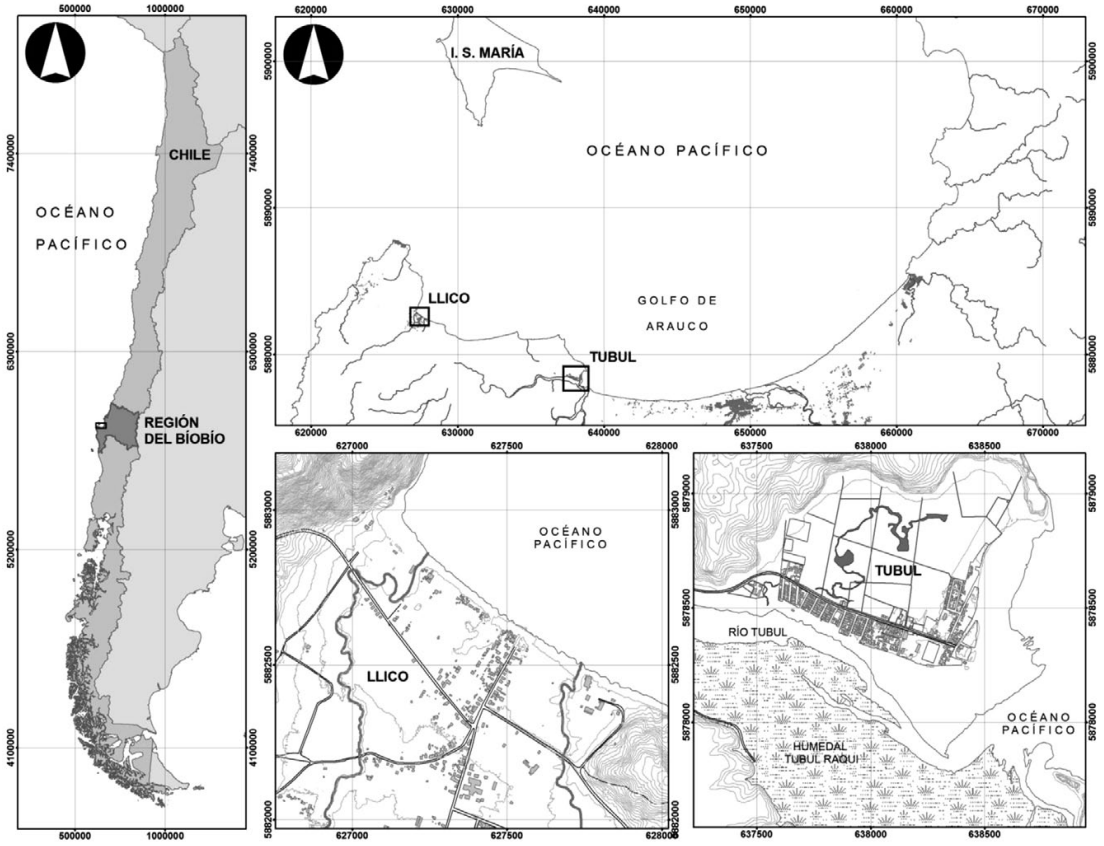

Figura 1. Área de estudio.

poco diversificadas y prevalencia del sector primario implican efectos socioambientales graves debido a la estructura de vulnerabilidad subyacente (Norris *et al*., 2005; Qianwen y Junbiao, 2007; Rubio, 2012). Algunos de los impactos son inmediatos: fallecimientos, destrucción de infraestructura y viviendas, contaminación del agua (Bradshaw, 2004; Gokhale, 2008; Horton *et al*., 2008; Arman *et al*., 2010; Xu y Lu, 2012). Sin embargo, otros efectos son a más largo plazo: cesantía, pobreza, consumo de alcohol, conflictos sociales (Alcántara-Ayala, 2002; Cova y Rincón, 2010). La demora en la fase de reconstrucción genera la prolongación del desastre social, con un deterioro de la calidad y nivel de vida (Hellegatte y Dumas, 2009), estableciendo las bases para el deterioro de la percepción de apoyo social y arraigo, principalmente en mujeres (Norris *et al*., 2005).

En el territorio chileno continental, coexisten estrechamente condiciones de vulnerabilidad y amenaza que determinan umbrales entre seguridad y riesgo. La amenaza se incrementa por la subducción entre las placas tectónicas Sudamericana y Nazca, condicionantes de terremotos tsunamigénicos que han originado el 74% de los tsunamis de América del Sur (Lagos y Gutiérrez, 2005; Lagos *et al*., 2008). La vulnerabilidad se expresa en una zona costera densamente poblada, con escasas planificación y directrices de ordenamiento territorial, ocupando planicies litorales de limitada extensión, que ha permitido la exposición de una población con altos niveles de pobreza, bajos niveles educativos, desorganizada y habitando viviendas precarias en áreas de peligro de inundación por tsunami (Lagos *et al*., 2008; Morton *et al*., 2011; Jaque *et al*., 2013).

El 27/02/2010 un megaterremoto Mw=8,8 afectó la zona centro-sur de Chile. El evento desencadenó un tsunami destructor con consecuencias visibles entre los 29,5 y 39°S. Principalmente afectadas fueron las localidades costeras de la región del Maule y del Biobío (34,5-38°S) y en la fase de respuesta intervinieron organismos estatales y ONGs (Quezada *et al*., 2010; Martínez *et al*., 2011). Actualmente se lleva a cabo un proceso de reconstrucción que está generando fuertes cambios socio-territoriales. En este estudio se ha considerado el caso de las localidades costeras de Tubul y Llico, ubicadas la zona costera de la región del Biobío, las cuales comparten el hecho de tener economías poco diversificadas dependientes del sector primario y el estar insertas en un territorio que posee el 30% de su población en condición de pobreza (Altamirano, 2012). Por otro lado, transitan rápidamente a procesos de peri-urbanización y de complejidad social dada la situación de ruralidad que presentan.

Debido a las condiciones de elevada vulnerabilidad subyacente en dichas localidades, producto de la dependencia del sector productivo primario (pesca y recolección de productos del mar) y elevada pobreza, y considerando la exposición a un evento de gran magnitud, el estudio evalúa los efectos socioambientales del tsunami del 27/02/2010, proponiendo que este evento devela en la población condiciones de alta vulnerabilidad socioeconómica, una baja percepción de seguridad y problemas ambientales diversos, que en su conjunto pueden condicionar catástrofes de mayor magnitud ante futuras amenazas.

Materiales y métodos

Área de estudio

La comuna de Arauco (37°S y 73°O, 956km^2), se ubica administrativamente en la provincia de Arauco, región del Biobío, centro-sur de Chile. Cuenta con una población de 34863 habitantes, y una densidad poblacional de 36,67 habitantes/km^2 (INE, 2002). Forma parte de un conjunto de comunas que poseen un bajo nivel de ingresos y desarrollo económico, con índices elevados de pobreza (pobreza 17,7% y pobres no indigentes 11,7%), cuya principal actividad económica corresponde al sector primario (INE, 2002; Chile, 2007).

Debido a su emplazamiento en bahías con exposición norte, las localidades rurales costeras más afectadas por el tsunami del 27-F (Figura 1) correspondieron a Tubul (37°27′S-73°44′O) y Llico (37°19′S-73°56′O). Éstas se emplazan sobre pequeñas planicies litorales, formadas por depósitos marinos y fluviales cuaternarios, limitadas por escarpes de terrazas marinas. Tubul corresponde a un sistema estuarino y forma parte de un extenso humedal costero, mientras que Llico es una paleo-bahía con desarrollo de áreas húmedas (Martínez *et al*., 2011).

Previo al terremoto, Tubul contaba con una población de 1944 ha-

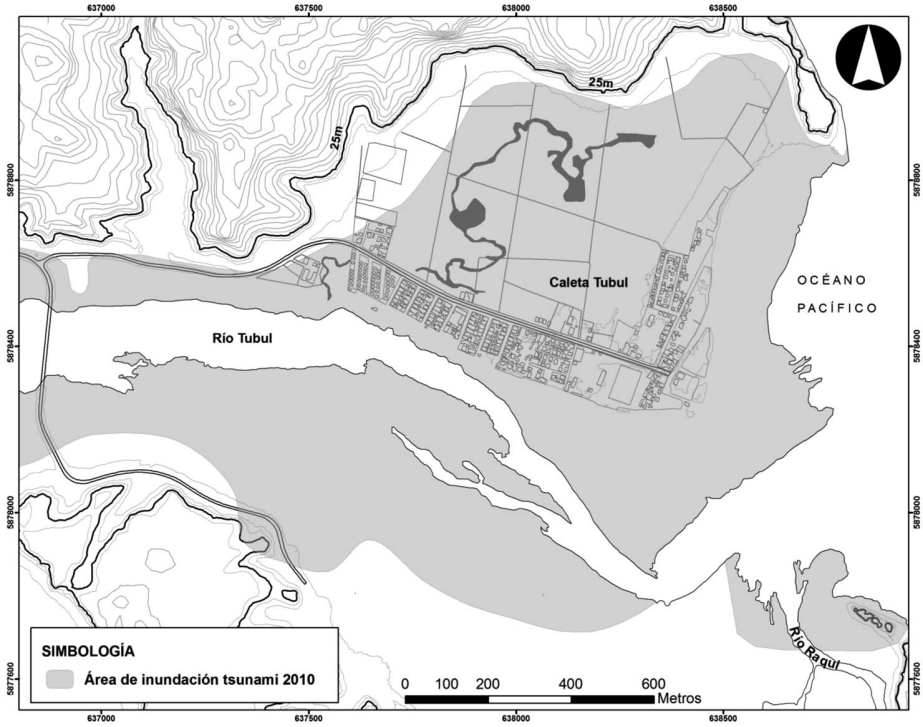

Figura 2. Área afectada por el Tsunami del 27-F localidad de Tubul.

bitantes, mientras que Llico contaba con 515 habitantes (INE, 2002). Las localidades no escapan a la realidad comunal, comparten rasgos comunes en cuanto al nivel socioeconómico de la población y las características del asentamiento. Los ingresos son bajos (inferiores al mínimo legal establecido en Chile), con actividades económicas vinculadas a la pesca artesanal y a la extracción del alga *Gracilaria chilensis* ('pelillo'), esta última realizada mayoritariamente por mujeres, llegando a exportar 2000 toneladas a productores chilenos y extranjeros en el año 2009 (Vásquez, 2009). Las viviendas, en su mayoría de un piso, son construidas con madera, internit o lata, con predominio de materiales precarios (Altamirano, 2012; González, 2013).

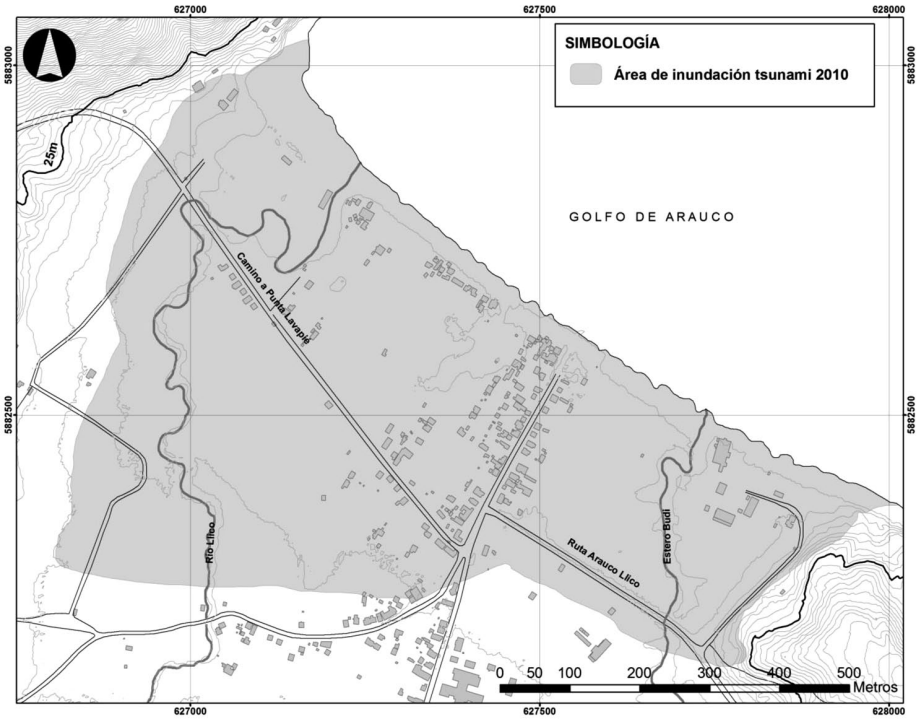

Figura 3. Área afectada por el Tsunami del 27-F localidad de Llico.

En la localidad de Tubul, el terremoto del 27-F provocó un alzamiento cosísmico de 1,4 ±0,1m; el tsunami alcanzó un *run up* de 12m, inundando toda la localidad (451 viviendas), con una distancia máxima de propagación de 1,2km (Figura 2). El daño estructural de viviendas se concentró en las primeras líneas frente a la costa, en el resto del poblado los daños fueron residuales (Martínez *et al*., 2011; Martínez *et al*., 2012). El alzamiento costero generado por el terremoto de 2010, provocó el desecamiento del humedal y la desaparición de numerosas especies, entre ellas el pelillo. En la localidad de Llico, el alzamiento cosísmico se estimó entre 1,9 ±0,2m; el tsunami alcanzó un *run up* de 10m, inundando 0,71km^2, con una distancia máxima de propagación de 0,8km (Figura 3). De un universo de 231 viviendas en la localidad un 67,9% fue afectada por el tsunami (Martínez *et al*., 2011).

Metodología

Para la evaluación de los efectos socioambientales del tsunami del 27-F se consideraron las siguientes variables: vulnerabilidad socioeconómica, percepción de seguridad, y problemas ambientales. La recolección de datos se realizó con un levantamiento de información en terreno, mediante cuestionario aplicado a la población damnificada residente en aldeas provisorias, emplazadas inmediatamente después de ocurrir el tsunami.

Población y muestra

La población fue definida por los jefes de hogares mayores de 18 años de sexo femenino y masculino residentes en las aldeas de las localidades de Tubul y Llico. El número de la población se estableció mediante un censo de vivienda en las aldeas levantadas (280 viviendas provisorias). La proporción del estudio fue estimada a partir Larrañaga y Herrera (2010) quienes indicaron que ~90% de las familias de la región del Biobío había experimentado algún tipo de problema derivado de la ocurrencia del terremoto. El tamaño de muestra se calculó utilizando la fórmula para poblaciones finitas:

$$n \geq \frac{Nz^2_{1-a/2}PQ}{z^2_{1-a/2}PQ + d^2(N-1)}$$

donde n: tamaño de la muestra (93); N: tamaño de la población (280); z: valor correspondiente a la distribución de Gauss (1,96); p: proporción poblacional estimada (0,90); d: precisión (0,05); nivel de confianza (95%). Se obtuvo un tamaño de muestra de 93 sujetos; por razones de

TABLA I
ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SOCIOECONÓMICA DEL HOGAR (IVSECO)

Variable/nivel	Alto	Medio	Bajo
Nivel educacional	Primaria sin completar/ primaria completa	Secundaria sin completar	Secundaria completa / superior (universitaria)
Puntaje	3	2	1
Actividad laboral	Sector primario (pesca, agricultura), cesante	Sector secundario(industrias)	Sector terciario (comercio, profesionales)
Puntaje	3	2	1
Ingreso per cápita	<USD 88	USD 88,1-176	>USD176,1
Puntaje	3	2	1
Evaluación final	3-5 puntos IVSECO - bajo 6-7 puntos IVSECO - medio 8-9 puntos IVSECO - alto		

TABLA II
ACTIVIDAD LABORAL PRE Y POST TSUNAMI POR SEXO Y ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL

Actividad laboral-Pre	Mujeres	Hombres	Actividad laboral-Post	Mujeres	Hombres
Primario	48%	90%	Primario	31%	88%
Terciario	32%	6%	Terciario	21%	1%
Pasiva	19%	4%	Pasiva	18%	7%
			Cesante	31%	3%

pérdida o rechazo se aplicaron finalmente 131 encuestas en forma aleatoria simple durante el invierno austral de 2010.

Instrumento: variables e indicadores

El levantamiento de la información se realizó mediante la aplicación de un cuestionario compuesto de preguntas abiertas y cerradas; para las respuestas abiertas se realizó análisis de contenido. El instrumento contuvo un total de cuatro secciones: a) información del encuestado (edad, sexo, nivel de escolaridad, religión); b) características socioeconómica pre- y post-tsunami; c) percepción de seguridad, respuesta y reconstrucción; y d) problemas ambientales del emplazamiento provisorio.

Para la variable vulnerabilidad socioeconómica se utilizaron tres indicadores operacionales de acuerdo a la propuesta de Willroth *et al*., (2011): nivel educacional, actividad laboral (sector económico) e ingresos; la fiabilidad de los ingresos declarados fue verificada por medio de tres indicadores indirectos: ocupación, presencia de subsidios estatales y nivel de educación (Paul, 2003). Para la adecuada comparación de situaciones pre- y post-evento, se solicitó a los encuestados declarar su actual renta y recordar sus niveles económicos anteriores (Becchetti y Castriota, 2011). Como medida sintética se utilizó un índice de vulnerabilidad socioeconómica por hogar (IVSECO; Tabla I) clasificado en tres niveles: alto, medio y bajo. Los indicadores y el IVSECO fueron analizados por sexo.

La variable percepción se analizó mediante dos dimensiones: seguridad, y respuesta ante la catástrofe y reconstrucción. La percepción de seguridad fue medida con los siguientes indicadores: 1) grado de seguridad en su lugar de residencia, 2) actitud frente a un nuevo tsunami, 3) confianza en las organizaciones de emergencia, 4) relocalización o antiguo lugar de residencia. La percepción de la respuesta ante la catástrofe y reconstrucción fue evaluada mediante los indicadores 1) grado de participación en el proceso; 2) grado de satisfacción de la actuación del gobierno, ONGs y proceso de reconstrucción; y 3) características del nuevo emplazamiento.

Para la variable problemas ambientales que afectan al lugar de residencia luego de la ocurrencia del terremoto-tsunami, se utilizó el indicador jerarquía de problemas ambientales. El reactivo del indicador consistió en mencionar seis problemas ambientales que afectan el hogar o entorno; posteriormente del listado señalado enumeraron tres problemas más relevantes y que requerían solución más oportuna.

Una vez aplicados los cuestionarios, los datos fueron preparados para el análisis mediante su codificación e insertados a una base de datos en Microsoft Excel. Las variables percepción de seguridad y problemas ambientales fueron analizadas en relación al sexo y al IVSECO.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con los software InfoStat (Di Rienzo *et al*., 2011) y SPSS versión 12 (IBM, 2004). Las variables cuantitativas fueron representadas por sus medidas de tendencia central y de dispersión, las variables categóricas por su frecuencia y porcentaje. Para la comparación entre dos grupos independientes se utilizó el test t de Student (U de Mann-Whitney) y para dos grupos pareados el test de t de Student para datos pareados (Wilcoxon). El test χ^2 (test exacto de Fisher), cuando el valor esperado de más del 25% de las celdas fue <5, se utilizó para realizar la prueba de homogeneidad de distribución entre variables categóricas. Se utilizó un nivel de significancia del 0,05.

Resultados y Discusión

Vulnerabilidad socioeconómica pre- y post-tsunami

Del total de encuestados un 13% correspondió a la localidad de Llico y un 87% a la localidad de Tubul. El nivel educacional formal correspondió en un 76,3% al nivel primario; 20,6% secundario y 3,1% sin escolaridad. Se presentó la misma distribución en hombres y mujeres (estadístico exacto de Fisher=2,919; p=0,587). Respecto a la distribución etaria, el 53,4% de los jefes de hogares se ubicó en el intervalo de 18 a 40 años; 35,1% de 41 a 60 años y el 11,5% correspondió a población >60 años.

En relación a la actividad económica predominante, para ambos sexos, correspondió al sector primario relacionado con la extracción de productos del mar. El segundo sector perteneció al terciario (servicios) vinculado con pequeños comercios minoristas. No se presentó en el lugar población ocupada en el sector secundario (transformación e industrias). La distribución de las actividades económicas por sexo (Tabla II) fue diferente (χ^2=26,900; g.l.=2; p<0,0001); en los escenarios pre- y post-tsunami la participación en el sector primario fue mayoritaria de hombres y en el terciario mayoritaria de mujeres.

Se detectó una disminución significativa (χ^2=41,327; g.l.=1; p<0,0001) de las personas que realizan alguna actividad remunerada, pasando de 1,52 a 1,03 personas que trabajan por hogar. El principal efecto derivó en una disminución del 37% en el ingreso autónomo de los hogares; la disminución de ingresos fue significativa para ambos sexos en el sector primario (χ^2=57,522; g.l.=1; p<0,0001) y en mujeres en el sector terciario (χ^2=18,000; g.l.=1; p<0,0001). Los ingresos por subsidios registraron un aumento del 16,6%. Considerando las variaciones de ambos ingresos, se detectó una disminución del 20,6% en el ingreso monetario.

TABLA III
PORCENTAJE DE CAMBIO EN ACTIVIDADES ECONÓMICAS

a) Femenino

Actividad laboral	Primario	Terciario	Pasiva	Cesante
S. Primario	60%	7%	3%	30%
S. Terciario	5%	55%	0%	40%
Pasiva	0%	0%	83%	17%
% de personas que se mantuvo			63%	
% de personas que quedó sin empleo			31%	
% de personas que cambió			6%	

b) Masculino

Actividad laboral	Primario	Terciario	Pasiva	Cesante
S. Primario	95%	0%	3%	2%
S. Terciario	50%	25%	0%	25%
Pasiva	0%	0%	100%	0%
% de personas que se mantuvo			91%	
% de personas que quedó sin empleo			3%	
% de personas que cambió			6%	

La cesantía de la población alcanzó el 16%, mientras que las personas que se mantuvieron en sus puestos laborales alcanzaron 78%. Por sexo la situación fue significativamente diferente; el porcentaje de mujeres que mantuvo su empleo fue de 63%, mientras que la cesantía luego del tsunami alcanzó el 31% (Tabla IIIa). Los hombres se vieron menos afectados por la pérdida de plazas laborales, el 91% de ellos mantuvo su fuente laboral y sólo un 3% quedó sin empleo (Tabla IIIb). La cesantía se explica por la disminución de la actividad en el sector primario, asociada a la paralización en las labores de extracción del alga *G. Chilensis* debido al solevantamiento de la plataforma continental, que reportaba los mayores ingresos de la población en la última década (Jaramillo *et al*., 2012; Valdovinos *et al*., 2012). Se ha encontrado relación de las actividades del sector primario con aumento de la vulnerabilidad; por ejemplo, la producción agrícola luego de un desastre ha sido destacada como elemento clave en el aumento de pobreza-ruralidad (Quinwen y Junbiao, 2007).

El índice de vulnerabilidad socioeconómica pre-evento estableció que un 50% de la población presentó una vulnerabilidad alta, un 48% vulnerabilidad media y sólo un 2% vulnerabilidad baja. Post-tsunami el nivel alto de vulnerabilidad aumentó a un 60%, el nivel medio bajó a un 37%, mientras que el nivel de vulnerabilidad bajo se mantuvo en 2%. En los hogares con jefes de sexo masculino el puntaje promedio IVSECO para condiciones pre-evento fue de 7,52 (±0,78 DE), mientras que en la situación post-evento fue de 7,61 (±0,78 DE), y el intervalo promedio no cambió (χ^2=0,231; g.l.=1; p=0,7493). Por el contrario, en hogares encabezados por una mujer el promedio pre-evento IVSECO fue de 6,84 (±0,89 DE), post-evento el indicador se situó en 7,53 (±0,92 DE) y el intervalo promedio cambió (χ^2=13,714; g.l.=1; p=0,0003). La variación del índice de vulnerabilidad socioeconómica se explicó por disminución de ingresos y aumento de cesantía en hogares encabezados por mujeres.

En un contexto de pobreza las mujeres son más vulnerables, debido a seis condiciones: a) ingresos más bajos en comparación a los hombres, b) falta de estabilidad laboral, c) dependencia del ingreso masculino, d) escaso reconocimiento a su mano de obra, e) bajo control de los recursos económicos, y f) falta de poder y estatus (Bradshaw, 2004; Norris *et al*., 2005; Gokhale, 2008). La mayor disminución de ingresos en mujeres también fue evidenciada durante el huracán Mitch en Nicaragua: en el sector agrícola un 24% de familias perdió su fuente de ingreso, la mayoría encabezada por mujeres; además en el sector informal la proporción de mujeres trabajadoras se redujo en un 21% (Bradshaw, 2001). En una economía de un sector vulnerable, el ingreso femenino representa el segundo ingreso del hogar, marcando la diferencia entre las líneas de indigencia-pobreza y no pobreza (Acosta 2001; Chile, 2013).

Percepción de seguridad, respuesta ante la catástrofe y reconstrucción

En relación a percepción y reconstrucción, los resultados obtenidos fueron independientes del sexo. Luego del evento tsunamigénico el porcentaje de inseguridad de la población se situó en torno al 60,3%; la falta de seguridad quedó reflejada en la actitud ante un nuevo evento de tsunami, en donde el 87% de la población evacuará por sí misma, no esperando las instrucciones de los organismos de emergencia respectivos. La falla en la respuesta de la Oficina Nacional de Emergencia chilena (ONEMI) durante el evento, provocó su restructuración para dar respuesta a nuevos eventos. Al respecto, la población manifestó en un 60% que las falencias presentadas durante el evento se podrían repetir y estimaron que las medidas adoptadas no fueron suficientes.

Se ha demostrado que los sistemas de alerta temprana ante eventos naturales peligrosos deben ser reforzados en forma continua; con información científica y técnica, desarrollo de recursos humanos, herramientas de previsión, educación y expertos que se desempeñen a escala local (Bernard *et al*., 2006; Huppert y Sparks, 2006; Arman, 2010; Zou y Yuan, 2010; Willroth *et al*., 2011), pero también los sistemas de emergencia y preparación local mediante educación formal e informal son un buen aliado para afrontar tsunamis en el futuro (Bernard *et al*., 2006). En este contexto, en el poblado de Longkawi la población se encuentra mejor preparada luego del tsunami de Sumatra de 2004, pues ellos tomaron la iniciativa para reducir su vulnerabilidad, desarrollando planes ante emergencias, difundidos en la comunidad (Bird *et al*., 2007). En el caso de Tubul, Altamirano (2012) determinó que el 90% de la población presentó vulnerabilidad educativa en niveles altos y medios en función de la prevalencia del nivel de escolaridad primaria incompleta, además del escaso conocimiento sobre las causas de un tsunami y desconocimiento de las zonas seguras, que llegó al 40% de la población.

La evaluación que se realizó de la respuesta del gobierno ante la catástrofe es negativa, situación contraria a lo que ocurre con las ONGs, que presentan una evaluación positiva, destacándose aspectos como una respuesta rápida de estas últimas en comparación al gobierno (Tabla IV). Es evidente que la mejor evaluación dice relación, no sólo con los sistemas de emergencia, sino también con la etapa posterior a la catástrofe, donde los daños dejan de tener un aspecto físico y pasan a repercutir en los aspectos socioeconómicos a largo plazo (Alcántara-Ayala, 2002). En varias catástrofes las ONGs toman un papel protagónico, principalmente en países en vías de desarrollo, al iniciar proyectos de reconstrucción e intervenir en las áreas afectadas (Bradshaw, 2001; Paul, 2003; Huppert y Sparks, 2006).

Los avances en la Reconstrucción fueron calificados con nota baja, debido principalmente a la velocidad del proceso, que fue catalogado como lento y muy lento por 25,2 y 63,4% de la población, respectivamente. Las evaluaciones no son significativamente diferentes entre sexos (Tabla IV). Los procesos de reconstrucción lentos amplifican las consecuencias de los desastres, pero va-

TABLA IV
CALIFICACIÓN OTORGADA POR LA POBLACIÓN A ONG, GOBIERNO Y AVANCES EN RECONSTRUCCIÓN EN ESCALA 1,0-7,0

Variable	Femenino		Masculino		W	Valor-p
	$\overline{X}$ (DE)	Med(Q1-Q3)	$\overline{X}$ (D.E)	Med(Q1-Q3)		
Respuesta ONG	5,6(1,9)	6,5(5,0-7,0)	5,9(1,6)	7,0(5,0-7,0)	3982,0	0,582
Respuesta Gobierno	2,2(1,6)	1,0(1,0-3,0)	2,6(1,7)	2,0(1,0-4,0)	3754,5	0,106
Avance reconstrucción	2,6(1,7)	2,5(1,0-4,0)	2,7(1,7)	2,0(1,0-4,0)	4002,5	0,672

$\overline{X}$: media, DE: desviación estándar, Med: mediana, Q1-Q3: quintiles, W: W de Wilcoxon.

len la pena a largo plazo (Hallegatte y Dumas, 2009); el problema radica en que durante este tiempo numerosos hogares pobres son empujados a trampas de pobreza (Carter *et al*., 2007).

Respecto al emplazamiento de las viviendas dañadas por el tsunami, sólo un 23% de la población volvería a su lugar de residencia antiguo si tuviera la posibilidad de hacerlo. Entre las razones de la decisión se destacan: mejores condiciones de sus viviendas, mayor cercanía a su fuente laboral, experiencias de vida (topofilia). El 77% no regresaría cerca del mar debido a la inseguridad, temor, angustia, miedo y aversión (topofobia); un 85% aceptaría ser trasladado a un lugar más lejano, si se otorgan condiciones de transporte adecuadas para el desplazamiento laboral al sector costero. Los sentimientos de topofilia y topofobia en torno al lugar afloran en situaciones post-desastres y son importantes en la reconstrucción social y del paisaje (Tuan Yi-Fu, 1974). Los lazos se recomponen lentamente; sin embargo, si no son tratados e incluidos dentro del ciclo de la emergencia y reconstrucción, este último proceso carece de la componente social y obstaculiza la adaptación al cambio y la generación de resiliencia (Capellà, 2013).

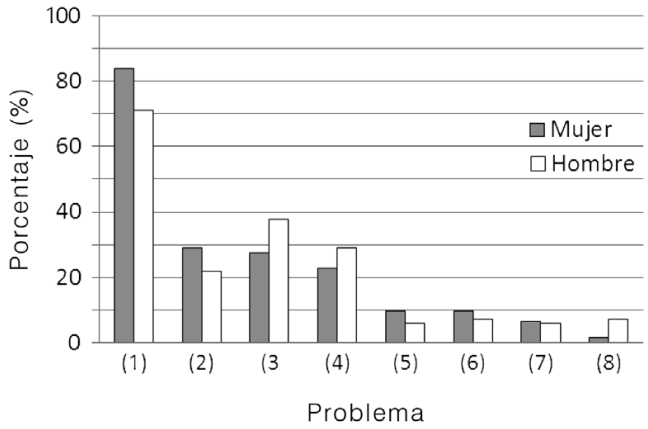

Figura 4. Problemas ambientales mencionados por los encuestados según sexo: (1) problemas de vivienda; (2) inundación, anegamiento; (3) vectores; (4) disposición de residuos; (5) ruido, conflicto con vecinos; (6) frío, humedad; (7) droga, alcoholismo. (8); delincuencia, seguridad.

Para la población, la localidad a reconstruir debería contar con una serie de servicios y espacios: áreas verdes, servicios de salud, policía, instalaciones deportivas, iluminación, pavimentación. Además se destaca la solicitud de instalación de obras de mitigación de carácter estructural para tsunamis, considerando un futuro emplazamiento en la misma localidad afectada. Sin embargo, sólo un 56,8% de la población se encuentra informada sobre el proceso de reconstrucción de su localidad y de este porcentaje un 56% ha participado en la decisiones tomadas. El bajo nivel de participación de la población en el proceso de reconstrucción es negativo; estos procesos deben abordarse con la comunidad, considerando aspectos de su cultura autóctona y tradición social, para lograr una armonización entre decisiones y acciones, y para evitar el flujo de retorno a sectores devastados por un desastre (Olivera y González, 2010). Esta respuesta se ha encontrado también en otras comunas de la región del Biobío como Talcahuano y Dichato (Brañas, 2012; Venegas, 2012).

Figura 5. Condiciones de habitabilidad de aldeas provisorias.

Problemas ambientales derivados del emplazamiento provisorio

La instalación de la población en aldeas provisorias significó el incremento de una serie de problemas ambientales y su identificación no difiere significativamente por sexo. Se ha documentado que estas pequeñas localidades rurales viven desastres en el corto y largo plazo; evidencian efectos ambientales en forma crónica, debido a la carencia de recursos (Norris *et al.,* 2005). Comienza entonces una doble victimización: por una parte son víctimas de la pobreza y a su vez del desastre (Bolin, 1976). Los problemas ambientales detectados se agruparon en ocho categorías principales (Figura 4). La deficiencia en la vivienda provisoria corresponde al principal problema detectado (77%), debido a la falta de servicios higiénicos, privacidad y poco espacio de las mismas, generando hacinamiento (Figura 5).

La presencia de diferentes plagas como ratones y pulgas, debido al incremento de perros vagos, emerge como el segundo problema en importancia (33%). Este problema se encontró relacionado con la carencia de disposición de residuos sólidos y líquidos desde los campamentos (26%), produciendo la proliferación de diversos vectores y malos olores, situación que se agrava durante eventos de inundación y anegamiento, por la falta de pavimentación de calles y material en suspensión cuando no precipita (25%). En este sentido la gestión de la zona costera y el restablecimiento de los ecosistemas debe ser balanceado con procesos de reconstrucción de infraestructura (Srinivas y Nakagawa, 2008).

Problemas menores correspondieron al incremento de la delincuencia (5%), vinculado con problemas de drogadicción y alcoholismo en aumento luego del evento, como lo menciona el 6% de la población. Las situaciones de mayor concentración poblacional y hacinamiento han causado un incremento del ruido y conflicto con los vecinos para un 8% de la población. La aplicación del test χ^2 mostró

que los niveles de vulnerabilidad socioeconómica no se relacionaron significativamente con la percepción de seguridad y con los problemas ambientales manifestados por los sujetos (p>0,05). Cova y Rincón (2010) encontraron efectos similares en la población afectada por el tsunami de 2010 en Chile, destacando un incremento de las dificultades en las relaciones familiares, consumo de alcohol, inseguridad social y carencia de servicios de respuesta. En este sentido, es clave no sólo atacar los síntomas específicos, sino tender a mejorar la calidad de vida para facilitar el ajuste (Tang, 2006; Cova y Rincón, 2010).

Conclusiones

1. La vulnerabilidad socioeconómica en las localidades de Tubul y Llico aumentó luego del desastre, debido al aumento de la cesantía y a la disminución de las personas que realizan actividades remuneradas de 1,52 a 1,03 personas por hogar, que se tradujo en una disminución del 37% del ingreso autónomo del hogar. La cesantía afectó principalmente a mujeres, llegando a un 31% en la etapa post-tsunami en comparación con el grupo masculino, que alcanzó una cesantía del 3%. Esto comprueba la mayor vulnerabilidad de los hogares encabezados por mujeres luego de un desastre y de sectores con economías poco diversificadas.

2. La percepción con respecto a la seguridad mostró niveles de inseguridad del 60,3% sin diferencias de género, debido a la falta de confianza en los organismos estatales de emergencia. Por otra parte, el proceso de reconstrucción fue calificado como lento y poco participativo, con el riesgo de empujar a los hogares a trampas de pobreza. Estas características influyen en sentimientos de topofobia hacia el lugar de residencia, sin la existencia de un proceso de reconstrucción que logre armonía o coherencia entre decisiones y acciones de planificadores y la población local.

3. Emergieron en las localidades una serie de problemas ambientales transversales post-catástrofe generando un desastre social; estos problemas no se asociaron a diferencias de género o índice de vulnerabilidad socioeconómica de los jefes de hogares. Los principales problemas se identificaron con la deficiencia de la vivienda (77%), presencia de plagas (33%) y disposición de residuos sólidos (26%).

4. La manifestación de la amenaza en las localidades incrementó aún más los niveles de vulnerabilidad socioeconómica, percepción de seguridad y problemas ambientales de la localidad; disminuyendo el nivel y calidad de vida de la población. Sin duda que los Estados deben proponer políticas públicas directas en sectores afectados por desastres con prevalencia del sector primario y enfocadas principalmente a hogares encabezados por mujeres, grupo que ha demostrado poseer mayor vulnerabilidad socioeconómica frente a desastres, con el propósito de evitar una doble victimización pobreza-desastre.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por el Proyecto FONDECYT 11100379 'Evolución Reciente de la Línea Litoral en Bahías de la Región del Bio-Bío por Medio de Modelos de Ajuste y Análisis Morfodinámico:Orientaciones al Manejo Costero (2010-2013).'

REFERENCIAS

Acosta F (2001) Jefatura de hogar femenina y bienestar familiar: resultados de la investigación empírica. *Papeles de Población*. *28*: 41-97.

Alcántara-Ayala I (2002) Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*. *47*: 107-124.

Altamirano A (2012) *Análisis de Vulnerabilidad por Tsunami en la Localidad de Tubul, Comuna de Arauco, Región del Bio-Bío, Chile*. Tesis. Universidad de Concepción, Chile. 212 pp.

Arman H, Yuksel I, Saltabas L, Goktepe F, Sandalci M (2010) Overview of flooding damages and its destructions: a case study of Zonguldak-Bartin basin in Turkey. *Nat. Sci. 02*: 409-417.

Ayala F, Olcina J (2002) *Riesgos Naturales*. Ariel. Barcelona, España. 1512 pp.

Becchetti L, Castriota S (2011) Does microfinance work as a recovery tool after disasters? Evidence from the 2004 tsunami. *World Devel. 39*: 898-912.

Bernard EN, Mofjeld HO, Titov V, Synolakis CE, González FI (2006) Tsunami: scientific frontiers, mitigation, forecasting and policy implications. *Phil Trans. R. Soc. A. 364*: 1989-2007.

Bird M, Cowie S, Hawkes A, Horton B, Macgregor C, Ong JE, Tan Shau Hwai A, Tiong Sa T, Yasin Z (2007) Indian Ocean tsunamis: environmental and socio-economic impacts in Langkawi, Malaysia. *Geogr. J. 173*: 103-117.

Bolin R (1976) Family recovery from natural disaster: A preliminary model. *Mass Emerg. 1*: 267-277.

Bradshaw S (2001) Reconstructing roles and relations: Women's participation in reconstruction in Post-Mitch Nicaragua. *Gender Devel. 9*: 79-87.

Bradshaw S (2004) *Socio-economic Impact of Natural Disaster: A Gender Analysis*. United Nations Publications 32. Santiago, Chile. 60 pp.

Brañas F (2012). *Propuesta de Zonificación para Áreas Vulnerables por Amenaza de Tsunami Aplicables al Proceso de Reconstrucción, Sector Caleta El Morro - Santa Clara. Talcahuano, Región del BioBío*. Tesis. Universidad de Concepción, Chile. 157 pp.

Capellà H (2013) Attachment as the culture of place: Social resilience from risk in Concepción (Chile). En Haruyama S (Ed.) C*oastal Geomorphology and Vulnerability of Disaster towards Disaster Risk Reduction*. Terrapub. Tokío, Japón. pp. 35-60.

Carter MR, Little PD, Mogues T, Negatu W (2007) Poverty traps and natural disasters in Ethiopia and Honduras. *World Devel. 35*: 835-856.

Cisternas M, Contreras I, Araneda A (2000) Reconocimiento y caracterización de la facies sedimentaria depositada por el tsunami de 1960 en el estuario Maullín, Chile. *Rev. Geol. Chile 7*: 3-11.

Chile (2007) *Serie Análisis de Resultados de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen 2006)*. Ministerio de Planificación y Cooperación. Santiago, Chile. 51 pp.

Chile (2013) *Características del Emprendimiento Femenino*. Ministerio de Economía Fomento y Turismo. Santiago, Chile. 12 pp.

Cova F, Rincón P (2010) El terremoto y tsunami del 27-f y sus efectos en la salud mental. *Ter Psicol. 28*: 179-186.

Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M, Robledo CW (2011) *InfoStat*. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Gokhale V (2008) Role of women in disaster management: An analytical study with reference to Indian society. *14th World Conf. on Earthquake Engineering*. 8 pp.

González A (2013) *Análisis de Vulnerabilidad por Tsunami en la Localidad de Llico, Región del Bio-Bío, Chile*. Tesis. Universidad de Concepción, Chile. 175 pp.

Hallegatte S, Dumas P (2009) Can natural disasters have positive consequences? Investigating the role of embodied technical change. *Ecol. Econ. 68*: 777-786.

Horton B, Bird M, Birkland T, Cowie S, Eong OJ, Hawkes A, Khoon GW, Law L, Macgregor C, Shau-Hwai AT, Sa TT, Yasin Z (2008) Environmental and socioeconomic dynamics of the Indian Ocean tsunami in Penang, Malaysia. *Sing. J. Trop. Geogr. 29*: 307-324.

Huppert HE, Sparks RSJ (2006) Extreme natural hazards: population growth, globalization and environmental change. *Phil. Trans. R. Soc. A. 364*: 1875-1888.

IBM (2004). *IBM-SPSS-AMOS*. IBM. Nueva York, EEUU.

INE (2002) *Censo de Población y Vivienda*. Instituto Nacional de Estadística. Santiago, Chile. www.ine.chile

Jaque E, Contreras A, Ríos R, Quezada J (2013) Evaluación de vulnerabilidad ante tsunami en Chile Central. Un factor para la gestión local del riesgo. *Rev. Geog. Venez. 54*: 47-65.

Jaramillo E, Manzano M, Morales G, Velásquez C (2012) Interacción entre defensas costeras artificiales en playas arenosas y perturbaciones naturales de gran escala: el terremoto del 27/F de 2010 en la costa del centro-sur de Chile. *Rev. Geogr. Norte Gde. 53*: 75-84.

Lagos M, Gutiérrez D (2005) Simulación del tsunami de 1960 en un estuario del centro-sur de Chile. *Rev. Geogr. Norte Gde. 33*: 5-18.

Lagos M, Cisternas M, Mardones M (2008) Construcción de viviendas sociales en áreas de riesgo de tsunami. *Rev. Constr. 7*: 4-16.

Larrañaga O, Herrera R (2010) *Encuesta Post Terremoto: Principales Resultados. Efectos en la Calidad de Vida de la Población Afectada por el Terremoto/Tsunami.* Ministerio de Planificación / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Santiago, Chile. 33 pp.

Martínez C, Rojas O, Aránguiz R, Belmonte A, Altamirano A, Flores P (2012) Riesgo de tsunami en caleta Tubul, Región del Biobío: Escenarios extremos y transformaciones territoriales posterremoto. *Rev. Geogr. Norte Gde. 53*: 85-106.

Martínez C, Rojas O, Jaque E, Quezada J, Vásquez D, Belmonte A (2011) Efectos territoriales del tsunami del 27 de febrero de 2010 en la costa de la región del Biobío, Chile. *Rev. Geogr. Am. Cent. 47*: 1-16.

Morton RA, Gelfenbaum G, Buckley ML, Richmond BM (2011) Geological effects and implications of the 2010 tsunami along the central coast of Chile. *Sedim. Geol. 242*: 34-51.

Mustafa D, Ahmed S, Saroch E (2008) Pinning down vulnerability: from narrative to numbers. En Moench M, Caspari M, Pokhrel A (Eds.) *From Risk to Resilience*. Working Paper Nº 2. Institute for Social and Environmental Transition - Nepal and ProVention. Kathmandu, Nepal. 28 pp.

Norris FH, Baker CK, Murphy AD, Kaniasty K (2005) Social support mobilization and deterioration after Mexico's 1999 flood: effects of context, gender, and time. *Am. J. Commun. Psychol. 36*: 15-28.

Olivera A, González G (2010) Enfoque multidimensional de la reconstrucción post-desastre de la vivienda social y el hábitat en países en vías de desarrollo: estudios de casos en Cuba. *Rev. Constr. 9*: 53-62.

Paul BK (2003) Relief assistance to 1998 flood victims: A comparison of the performance of the government and NGOs. *Geogr. J. 169*: 75-89.

Qianwen G, Junbiao Z (2007) Relations between agricultural natural disasters and rural poverty based on analysis of panel data in Anhui Province, China. *Chin. Popul. Resour. Environ. 17*: 92-95.

Quezada J, Jaque E, Belmonte A, Fernández A, Vásquez D, Martínez C (2010) Movimientos cosísmicos verticales y cambios geomorfológicos generados durante el terremoto Mw=8,8 del 27 de febrero de 2010 en el centro-sur de Chile. *Rev. Geogr. Sur. 2*: 11-45.

Rojas O, Martínez C (2012) Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales. *Rev. Univ. Geogr. 20*: 83-116.

Rubio I (2012) La estructura de vulnerabilidad y el escenario de un gran desastre. *Inv. Geogr. 77*: 75-88.

Srinivas H, Nakagawa Y (2008) Environmental implications for disaster preparedness: lessons learnt from the Indian Ocean Tsunami. *J. Environ. Manag. 89*: 4-13.

Tang CS (2006) Positive and negative postdisaster psychological adjustment among adult survivors of the Southeast Asian earthquake-tsunami. *J. Psychosom. Res. 61*: 699-705.

Tuan Yi-Fu (1974) *Topophilia: a Study of Environmental Perception, Attitudes and Values*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ, EEUU. 260 pp.

Valdovinos C, Muñoz, M, Vásquez D, Olmos V (2012) Desastres naturales y biodiversidad: el caso del humedal costero Tubul-Raqui. *Soc. Hoy. 19*: 33-52.

Vásquez D (2009) *Delimitación y Zonificación de los Humedales Costeros de Lenga y Tubul-Raqui: Orientaciones para la Planificación Territorial de la Región del Bío-Bío.* Tesis. Universidad de Concepción, Chile. 145 pp.

Venegas J (2012) *Análisis de Vulnerabilidad por Tsunami en la Localidad de Dichato, Región del Biobío, Chile*. Tesis. Universidad de Concepción, Chile. 210 pp.

Willroth P, Revilla Diez J, Arunotai N (2011) Modelling the economic vulnerability of households in the Phang-Nga Province (Thailand) to natural disasters. *Nat. Haz. 58*: 753-769.

Xu J, Lu Y (2012) Meta-synthesis pattern of post-disaster recovery and reconstruction: based on actual investigation on 2008 Wenchuan earthquake. *Nat. Haz. 60*: 199-222.

Zou M, Yuan Y (2010) China's Comprehensive Disaster Reduction. *Int. J. Disast. Risk Sci. 1*: 24-32.

POST-CATASTROPHE SOCIAL-ENVIRONMENTAL EFFECTS IN VULNERABLE COASTAL AREAS AFFECTED BY THE TSUNAMI OF 02/27/2010 IN CHILE

Octavio Rojas Vilches, Katia Sáez Carrillo, Carolina Martínez Reyes and Edilia Jaque Castillo

SUMMARY

Tsunamis correspond to one of the most devastating disasters. Within hours or minutes large sectors can be destroyed. To the immediate effects of a tsunami, multiple chronic effects to poor communities are added. The objective of the present study was to assess the social-environmental effects of the 02/27/2010 tsunami occurred in Chile, considering the socioeconomic vulnerability, security perception and environmental problems in highly susceptible rural towns that depend upon sea products extraction. In order to achieve this, a survey was applied and later analyzed by means of Infostat and SPSS software. Results established four trends: a) home income decrease that mainly affects women; b) increase in the insecurity of the population; c) slow pace of reconstruction, in which the population characteristics is not considered; and d) generalized decrease in both level and quality of life of the population.

EFEITOS SÓCIO-AMBIENTAIS PÓS-CATÁSTROFE EM ÁREAS COSTEIRAS VULNERÁVEIS AFETADAS PELO TSUNAMI DE 27/02/2010 EM CHILE

Octavio Rojas Vilches, Katia Sáez Carrillo, Carolina Martínez Reyes e Edilia Jaque Castillo

RESUMO

Os tsunamis correspondem a um dos desastres mais devastadores; em minutos ou horas podem destruir vastas regiões. Aos efeitos imediatos de um tsunami somam-se vários efeitos sócio-ambientais graves em comunidades pobres. O objetivo deste estudo foi de avaliar os efeitos sócio-ambientais do tsunami ocorrido no dia 27/02/2010, considerando a vulnerabilidade sócio-econômica, a percepção de segurança e os problemas ambientais em zonas rurais altamente vulneráveis que dependem da extração de produtos do mar. Com esta finalidade, foi aplicada uma enquete analisada pelo software Infosat e SPSS. Os resultados estabeleceram quatro tendências: a) a diminuição da renda das famílias, afetando, principalmente, as mulheres; b) o aumento da insegurança da população; c) a lentidão do processo de reconstrução, que não considerou das características da população; e d) a redução generalizada do nível e da qualidade de vida da população.