



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO
COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTION DEL RIESGO EN
DESASTRES NATURALES EN LA REGIÓN DE LOS LAGOS
Tesis para optar al grado de Magíster en Salud Pública**

**Alumno: Pablo Alejandro González Vera
Profesor Guía: Sergio Alvarado Orellana.**

RESUMEN

Este trabajo pretende realizar una propuesta de un **Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta para la Gestión del Riesgo**, con énfasis en la priorización e identificación de las diversas áreas abordadas por el Sector Salud de la Región de los Lagos a través de SIG, con la identificación de caminos prioritarios y secundarios, análisis epidemiológico de los posibles factores de riesgo. Además se propone la incorporación de comunidades más vulnerables ante eventos sísmicos, volcánicos e inundaciones, definiendo posibles lugares de referencia y la identificación de riesgos sanitarios con enfoque epidemiológico capaz de recoger, mancomunar y mantener actualizada la información necesaria para la gestión del riesgo en los desastres antes mencionados en la Región de los Lagos que sea fácilmente comprendida por todo el equipo de salud.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 ANTECEDENTES DE LA REGIÓN DE LOS LAGOS.....	4
2.1.1 ANTECEDENTES DEMOGRÁFICOS.	6
2.1.2 ANTECEDENTES DE LA REGIÓN.	7
2.2 CONCEPTOS GENERALES SOBRE EMERGENCIAS Y DESASTRES.....	11
2.2.1 RIESGO Y GESTIÓN DEL RIESGO EN SALUD.	13
2.2.2 GESTIÓN DEL RIESGO.	13
2.2.3 VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA.	15
2.2.4 LA EPIDEMIOLOGÍA DE DESASTRES.	16
2.2.5 EFECTOS GENERALES DE LOS DESASTRES EN SALUD PÚBLICA.....	19
2.2.6 UNA EPIDEMIOLOGÍA EN PROCESO DE CAMBIO.	21
2.3 USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN LA VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA. (EPIDEMIOLOGÍA ESPACIAL)	22
2.3.1 TIPOS DE ANÁLISIS DE SIG.....	24
2.4 ÍNDICE DE RIESGO DE DESASTRES. (IRD).....	26
2.4.1 ¿EL DESARROLLO SOCIAL AUMENTA EL RIESGO DE DESASTRE?.....	26
2.4.2 CÁLCULO DEL GRADO DE EXPOSICIÓN FÍSICA.	28
2.4.3 EL IRD REPRESENTA EL RIESGO DE MUERTE.	28
2.4.4 FÓRMULA Y MÉTODO GENERAL PARA CALCULAR LOS RIESGOS Y LA VULNERABILIDAD.....	29
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	34
4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	35
5. OBJETIVOS.	36
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	36
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	36
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
6.1 DISEÑO DE ESTUDIO.	37
6.2 POBLACIÓN EN ESTUDIO.....	37
6.3 MATERIALES.	38
6.4 MÉTODOS.	39
6.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	41
6.6 HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS.	43
6.7 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.	43
7. RESULTADOS.....	47

OBJETIVO ESPECIFICO N° 1.....	47
<i>Fortalezas.</i>	54
<i>Oportunidades.</i>	55
<i>Debilidades.</i>	55
<i>Amenazas.</i>	56
OBJETIVO ESPECIFICO N° 2.....	57
OBJETIVO ESPECÍFICO NÚMERO 3.	73
<i>Volcanes.</i>	73
OBJETIVO ESPECÍFICO NÚMERO 4.....	81
OBJETIVO ESPECÍFICO NÚMERO 5.....	83
8. DISCUSIÓN	89
LIMITACIONES.	94
9. CONCLUSIONES	97
10. BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS.	106
ÍNDICE ANEXOS	1066

INDICE TABLAS

<i>Tabla 1: Puntajes e índice de vulnerabilidad Región de los Lagos v/s Chile.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabla 2: Datos poblacionales Región de los Lagos 2010</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3: Operacionalización de las variables a estudiar.</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 4: Respuestas a las preguntas realizadas a los entrevistados.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 5: Características de entrevistados según servicio y profesión.....</i>	<i>53</i>

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Pirámide poblacional Región de los Lagos, según sexo y grupos quinquenales.....	6
--	---

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de un desastre y principales acciones propias de la etapa.....	14
Figura 2: Etapas del Desastre y su relación con la Vigilancia Epidemiológica.	18
Figura 3: Exposición Física de países a los Terremotos, según frecuencia y población.	29

INDICE MAPAS

Mapa 1: Comunas Región de los Lagos.....	5
Mapa 2: Original del Dr. John Snow Los puntos representan los casos de cólera durante la epidemia en Londres de 1854. Las cruces representan los pozos de agua de los que bebían los enfermos. ⁽⁴⁴⁾	23
Mapa 3: Red Asistencial Pública Región de los Lagos.	58
Mapa 4: Red Vial Región de los Lagos.....	60
Mapa 5: Red Transporte Público.....	61
Mapa 6: Red de Abastecimientos de Agua Potable Rural y establecimientos de salud.	63
Mapa 7: Establecimientos Educativos de la Región de los Lagos 2010	65
Mapa 8: Distancia en Km desde la capital comunal al Hospital de referencia.....	66
Mapa 9: IDH comunas 2003-2009	67
Mapa 10: Vulnerabilidad Total Comunas 2009.....	69
Mapa 11: Vulnerabilidad de las Viviendas.....	70
Mapa 12: Densidad Poblacional Región de los Lagos	72
Mapa 13: Población cercana a un volcán.....	74
Mapa 14: Población Cercana a 20 Km del Volcán Calbuco riesgo de lahares y dispersión de ceniza, Región de los Lagos.....	75
Mapa 15: Población cercana a volcanes comuna Hualaihue, Región de los Lagos.....	76
Mapa 16: Población Cercana a a 20 Km de Volcán Osorno y Calbuco riesgo de lahares	77
Mapa 17: Áreas Inundables Comuna de Ancud, Región de los Lagos.....	79
Mapa 18: Riesgo de Inundación Comuna de Maullín, Región de los Lagos.....	80
Mapa 19: Ecuación 1 Riesgo, estandarizado directamente por la población Regional 2009.....	84
Mapa 20: Ecuación 2 exposición física estandarizado directamente por la población Regional 2009.	87
Mapa 21: Ecuación 3 evaluación de riesgo estandarizado directamente por la población Regional 2009.....	88

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.

Chile se encuentra dentro de los países más sísmicos del mundo, solo Durante el siglo XX ocurrieron alrededor de 70 sismos de gran magnitud ⁽¹⁾. Durante el siglo XXI han ocurrido 9 sismos de gran magnitud sobre 7, según la escala de Percepción Humana conocida como Escala de Mercalli (Anexo 1 Comparación escalas Mercalli v/s Ritchter), decenas de inundaciones y erupciones volcánicas en nuestro país. No quedando exento de estos la Región de los Lagos ⁽¹⁾.

Las emergencias y desastres ocurridos en nuestro país y en la Región de los Lagos en el último periodo como la erupción del volcán del Chaitén el año 2008, el Terremoto con posterior tsunami ocurrido el 27 de febrero del año 2010, la erupción del Cordón el Caulle el año 2011, Terremoto de Iquique en abril del 2014. Aluvión de Copiapó en marzo del 2015, la erupción del Volcán Calbuco en abril del 2015 y el reciente Terremoto de Coquimbo en septiembre del 2015, entre otras ocurridas en la región y el país han tenido impactos negativos sobre la calidad de vida de la población, estos efectos e impactos requieren ser detectados precozmente, investigados e intervenidos de forma eficaz, expedita y con el menor impacto económico posible, logrando de esta manera tener una población mejor preparada ante un evento o desastre. ^(1,2)

Estos eventos naturales han puesto a prueba la organización y capacidad de respuesta del Sector Salud. Los cuales pese al esfuerzo, han dejado en manifiesto las diversas falencias presentadas en la gestión de la respuesta a los desastres, entre ellas una respuesta tardía, desorganizada y con escasa gestión del riesgo, (2, 3, 4), lo que ha quedado de manifiesto en las diversas emergencias o desastres acontecidos en nuestro país.

Por otra parte, la puesta en marcha del sistema de vigilancia post desastre debe ser oportuna y fluida, con una planificación previa de fácil interpretación y a la vez conocida e incorporada por todos los participantes. En relación a lo anterior y con el objetivo de aprender de la experiencia del sector salud vivenciadas en las diversas emergencias, entre esas la del 27 de febrero del 2010, este trabajo pretende realizar una propuesta de un **Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta para la Gestión del Riesgo**, con énfasis en la priorización e identificación de las diversas áreas abordadas por el Sector Salud de la Región de los Lagos a través de SIG, con la identificación de caminos prioritarios y secundarios, análisis epidemiológico de los posibles factores de riesgo. Además se propone la incorporación de comunidades más vulnerables ante eventos sísmicos, volcánicos e inundaciones, definiendo posibles lugares de referencia y la identificación de riesgos sanitarios con enfoque epidemiológico capaz de recoger, mancomunar y mantener actualizada la información necesaria para la gestión del riesgo en los desastres antes mencionados en la Región de los Lagos que sea fácilmente comprendida por todo el equipo de salud.

Si bien, en la literatura hay diversa información de SIG aplicados a salud, no existe mayor experiencia en la aplicación de SIG como herramienta para la Gestión de los desastres para el sector salud.

La finalidad de este trabajo es establecer una pauta que pueda ser implementada ante emergencias y desastres en la Región de los Lagos, con el apoyo e incorporación de los Sistemas de Información Geográfica, como una herramienta analítica para la descripción de la magnitud de los problemas de salud, la identificación de factores condicionantes y fundamentalmente para el apoyo en la toma de decisiones.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes de la Región de los Lagos.

La Región de los Lagos se caracteriza por su geografía y es posible distinguir dos grandes sectores, separados por el Canal de Chacao. El sector norte, correspondiente a las provincias de Osorno y Llanquihue, se caracteriza por el predominio de la depresión intermedia, ubicada entre la cordillera de la costa y los andes, en el sur, dicha depresión se encuentra sumergida en el mar, dando origen a la gran cantidad de islas, fiordos y canales que conforman el archipiélago de Chiloé. ^(5, 6, 7, 8)

Tiene una superficie de 48.583.60 km², Representando el 6,42% de la superficie total del país. Se encuentra dividida en 4 provincias y 30 comunas. (Mapa 1)

Mapa 1: Comunas Región de los Lagos

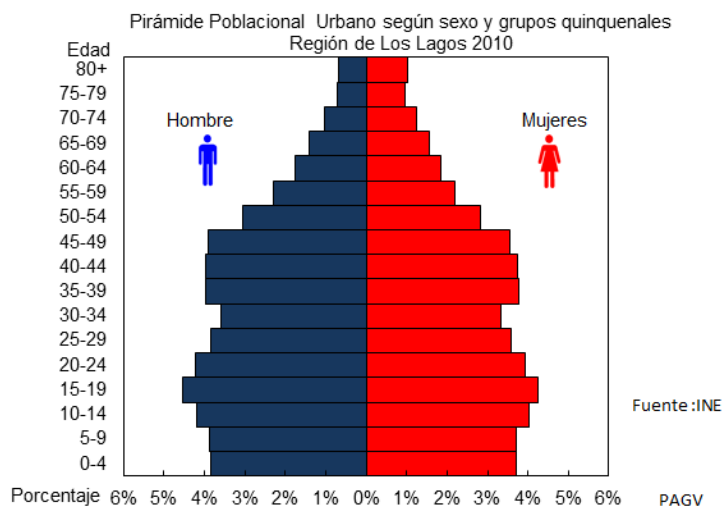
Región de los Lagos



2.1.1 Antecedentes demográficos.

Según datos del INE, el año 2010 residían en la región de Los Lagos 836.256 habitantes, lo que representa el 4,9% de la población nacional. Distribuidos en sus cuatro provincias en los siguientes porcentajes: Llanquihue con un 44,9%, Chiloé con un 21,6%, Osorno con un 30,9% y Palena un 2,6%. Con una densidad poblacional de 17,2 habitantes por km² ⁽⁶⁾, la región se ubica en el séptimo lugar de las regiones menos pobladas del país, aunque a gran distancia de su región inmediatamente vecina, Aysén, cuya densidad es sólo de un habitante por km². La proporción de ruralidad es una de las más altas del país con un 29,8% ⁽⁷⁾, debiendo en este contexto considerarse la insularidad característica del archipiélago de Chiloé.

Grafico 1: Pirámide poblacional Región de los Lagos, según sexo y grupos quinquenales.



Fuente: Proyecciones de Población INE 2010

En la población regional el tramo de 0 a 14 años representa un 23,9%, el de 15 a 64 años corresponde a un 67,7% y el de 65 y más años a un 8,4% ⁽⁷⁾. A partir de

esta distribución, se obtiene un índice de dependencia regional levemente superior al del país (47,6 personas menores de 15 y mayores de 64 por cada 100 personas de 15 a 64 años; cifra que en el país es de 46,3%) y un índice de vejez de 35,1 personas mayores de 64 años por cada 100 menores de 15 años, que se sitúa por debajo de la cifra nacional (38,6%) ⁽⁹⁾. Se trata de una población avanzada en la transición demográfica hacia el envejecimiento, como muestra la pirámide por quinquenios de edad y sexo. (Grafico n° 1)

Respecto a la distribución por sexo, en la Región de Los Lagos un 50,8% de los habitantes son hombres y el 49,2% restante corresponde a mujeres.

2.1.2 Antecedentes de la Región.

Según datos de la Encuesta Casen 2009 un 14,2% de la población regional vive en condiciones de pobreza ⁽¹⁰⁾, lo que representa un alza con respecto al año 2006, siendo la cifra fue de 11,8%. Sin embargo, se destaca que en esta región la población indigente disminuyó de un 2,8% a un 2,4% en el mismo período ⁽¹⁰⁾.

En lo referido a las condiciones materiales de la vivienda, debe hacerse mención al hecho que el 19,1% de los hogares de la región tiene un saneamiento deficitario, esto es, más del doble de lo observado a nivel nacional (8,7%) ⁽¹⁰⁾.

Esta realidad se da a expensas fundamentalmente del sector rural, en el que el saneamiento deficitario comprende al 50,7% de los hogares, versus un 4,7% en sectores urbanos ⁽¹⁰⁾.

El 11,8% de los habitantes de la región se encuentra en situación de pobreza, observándose mayores niveles de pobreza en las mujeres (brecha de 1,1 puntos

porcentuales sobre los hombres) y en las zonas urbanas (brecha de 8,1 puntos porcentuales respecto a las rurales) ⁽¹⁰⁾.

La región presenta un Índice de Vulnerabilidad Social y de Condiciones de Vida total de 0,670; ubicándose en la octava posición nacional (donde el primer lugar representa la menor vulnerabilidad). Al revisar las dimensiones que componen el índice, el mejor puntaje regional se registra en el área de vivienda, mientras que el más bajo corresponde a ingreso. Cabe señalar, que tanto el Índice de Vulnerabilidad y el Índice de Desarrollo Humano, utilizan una escala de 0 (peor situación) a 1 (mejor situación) ⁽¹⁰⁾.

La región presenta un alfabetismo de 94,6%, que resulta inferior en las zonas rurales (brecha de -4,1 puntos porcentuales en relación a las urbanas). La media de años de escolaridad regional es inferior a la nacional, constatándose diferencias según ingreso (brecha de -4,8 años de escolaridad promedio entre el primer y el último quintil). La cobertura educacional total es más baja que la del país, con una cobertura pre escolar de 36,5% y de 31,4% en la educación superior ⁽¹⁰⁾.

Tabla 1: Puntajes e índice de vulnerabilidad Región de los Lagos v/s Chile.

Dimensión	Región	
	de los Lagos	Mejor Puntaje Nacional*
Educación	0,7039	0,7769
Ingreso	0,5165	0,5644
Ocupación	0,6023	0,6503
Vivienda	0,8573	0,912
Total	0,67	0,717

Fuente: INE 2010

*El mejor puntaje se refiere al puntaje regional más alto obtenido en cada dimensión del índice, los que no necesariamente corresponden a una misma región del país.

Tabla 2: Datos poblacionales Región de los Lagos 2010

Datos Sociodemográficos Región de los Lagos año 2010	Datos
Superficie (km2) (IGM)	48.583,60
Población proyectada	836.256
Densidad año 2009 (habt/km2)	17,2
% Población del país	4,9
% Hombres	50,8
% Mujeres	49,2
% 0 a 14 años	23,9
% 15 a 64 años	67,7
% 65 años y más	8,4
Índice de masculinidad	103,1
Índice de dependencia	47,6
Índice de vejez o renovación	35,1
% Ruralidad	29,8
% Población étnica 2006 (CASEN) *	20,1
Crecimiento natural 2005-2010 (por 1.000 habt.) **	9,19
Crecimiento exponencial 2005-2010 (por 1.000 habitantes) ***	12,9
Población proyectada año 2020	937.216

Fuente: INE 2010

* Obtenido encuesta Casen año 2006

** Dato incluye a provincia de Valdivia antigua región de los Lagos

*** Dato excluye la provincia de Valdivia que a partir del 2007 constituyó la Región de los Ríos.

2.2 Conceptos Generales sobre Emergencias y Desastres.

Erick Noji (1992) menciona que los desastres naturales, tales como terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas *“han provocado muertes de aproximadamente 3 millones de personas en el mundo durante las últimas dos décadas; y que han afectado desfavorablemente, por lo menos a 800 millones de personas”* también describe que ha ocasionado pérdidas por más de 50.000 millones de dólares en daños a la propiedad ^(3,4).

Los desastres y emergencias, representan un riesgo o amenaza inminente al bienestar económico, biopsicosocial y de salud para la población, sin embargo, es una amenaza que actualmente permanece oculta para el común de la sociedad en general, dado que, si bien la población conoce de su existencia y sus posibles consecuencias, no toma los resguardos y medidas de prevención correspondientes. Por ejemplo cada vez es más común ver poblados y edificaciones aledañas a las faldas de un volcán o incluso sobre los ríos de lava de erupciones anteriores dado que las ciudades y el poblamiento urbano no cuentan con un plan regulador adecuado. ^(2, 3, 11)

Si bien la población conoce y asume los riesgos que esto implica, no trata de mitigarlos, es más asume que no pasarán, o si pasan no les afectará. Es por ello que es de suma importancia ser enfáticos que los desastres o emergencias son producto de la sumatoria de los riesgos existentes en un momento dado, y que la sumatoria de estos riesgos sin una debida mitigación genera un evento adverso ⁽²⁾, ante los cuales la Región de los Lagos no se encuentra exenta.

Un evento adverso (amenaza) en salud se puede definir como *“el fenómeno que ocasiona alteraciones en las personas, la economía, los sistemas sociales y el medio ambiente, derivado de la naturaleza, generado por la actividad humana (efecto antrópico), o por la combinación de ambos y puede causar una emergencia o un desastre”*⁽⁶⁾ .

La organización Panamericana de la Salud en sus diversas publicaciones menciona que existirá *“Una **emergencia**, cuando el evento adverso que demanda acciones de respuesta, puede ser manejado con los recursos localmente disponibles, será un **desastre**, cuando el evento adverso que demanda acciones de respuesta, estas superan la capacidad de la comunidad afectada, exigiendo el apoyo externo para su enfrentamiento”* ^(2,6) .

Desde el punto de vista de los prestadores de salud, un desastre se debe definir como las consecuencias o daños ocasionados sobre la salud de las personas y la infraestructura, capacidad de respuesta de los prestadores de salud. Una definición pragmática es la que da la PAHO (2010) en su guía de vigilancia del desastre definiéndolo como:

“Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertos al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos”.

2.2.1 Riesgo y gestión del riesgo en Salud.

El riesgo, es la probabilidad que tiene una comunidad de resultar afectada como consecuencia de un evento adverso durante un tiempo y lugar determinado. Los cuales pueden generar daños económicos, sociales y ambientales. El riesgo es una relación funcional que se genera al relacionar la Amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos ^(2, 12).

$$Riesgo = f(\text{amenaza} \times \text{vulnerabilidad})$$

En donde f es una función que varía dependiendo de la relación establecida entre amenaza y vulnerabilidad.

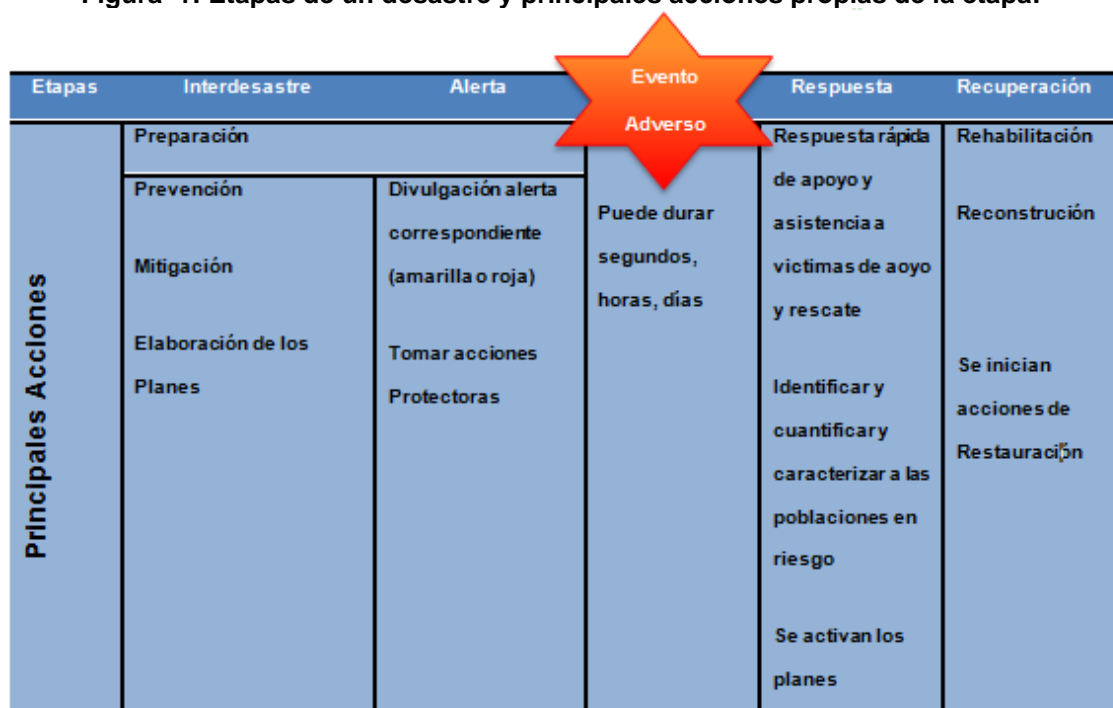
2.2.2 Gestión del riesgo.

Es un proceso de planificación, organización, dirección y control, orientado a la disminución de riesgos ocasionados por eventos adversos, destinados al correcto manejo y restablecimiento de la normalidad, posterior a un desastre. Esta gestión del riesgo tiene su punto inicial en el establecimiento de las amenazas y vulnerabilidades que puede tener la población objeto de estudio ⁽²⁾.

La Gestión del Riesgo debe ser un proceso continuo, aplicado en todas las fases del desastre (ante, durante y después), debe involucrar por lo tanto a toda la población expuesta, liderada por sus autoridades políticas y comunitarias ^(12,13). Esta gestión del riesgo debe ser orientada a la reducción al mínimo de cada uno de los riesgos, antes de que ocurra un evento adverso.

Sin embargo, este proceso continuo de gestión del riesgo debe ser llevado a cabo por un equipo multidisciplinario con personal idóneamente capacitado para ello, (personal de Salud, Fuerzas Armadas y de Orden Bomberos, Socorristas, etc.) con la colaboración de la comunidad educada e informada en estrategias que permitan implementar un plan que disminuya el riesgo ^(2, 14, 15, 16, 17).

Figura 1: Etapas de un desastre y principales acciones propias de la etapa. ⁽²⁾



Etapas	Interdesastre	Alerta	Evento Adverso	Respuesta	Recuperación
Principales Acciones	Preparación		Puede durar segundos, horas, días	Respuesta rápida	Rehabilitación
	Prevención	Divulgación alerta correspondiente (amarilla o roja)		de apoyo y asistencia a víctimas de aoyo y rescate	Reconstrucción
	Mitigación	Tomar acciones Protectoras		Identificar y cuantificar y caracterizar a las poblaciones en riesgo	Se inician acciones de Restauración
	Elaboración de los Planes			Se activan los planes	

Fuente: Tomado de Guía de Vigilancia Epidemiológica en Emergencias y Desastres MINSAL/OPS 2010 . Nota: Estrella destaca el momento en que ocurre un evento adverso (amenaza) y puede durar horas o días.

Todas estas acciones presentadas durante cada etapa del desastre (Figura 1) deben ser trabajadas, analizadas y convertidas a planes de Emergencias y Desastres por cada una de las entidades involucradas en la disminución del riesgo ante un evento adverso ⁽¹⁵⁾. En especial el sector salud, al cual le corresponde la creación de sus propios planes de respuesta y mitigación para los niveles de la red asistencial así también como para Salud Pública ^(2,16).

En este sentido la vigilancia epidemiológica, pasa a ser un pilar fundamental, con el fin de medir, mejorar y describir los efectos adversos de los desastres y los factores que contribuyen a tales efectos.

Un sector salud bien preparado con una infraestructura física sólida puede atenuar los efectos de los desastres y proporcionar una plataforma para una respuesta rápida y efectiva. El sector salud tiene como función esencial ante un evento adverso la de informar al público, a los líderes de opinión y a los legisladores sobre los medios idóneos para valorar los riesgos sanitarios a los que estará expuesta la comunidad, de esta manera se constituye en un pilar fundamental en la preparación y mitigación de los desastre, facilitando su comprensión y una respuesta adecuada de la comunidad. ⁽¹⁶⁾

2.2.3 Vigilancia epidemiológica.

En la bibliografía, se encuentran múltiples definiciones de Vigilancia Epidemiológica. Según el Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC), *“la vigilancia epidemiológica es la recopilación, análisis e interpretación permanente y sistemática de datos de salud esenciales para la planificación, implementación y evaluación de la práctica de salud pública, íntimamente integrada con la entrega a tiempo de estos datos a quienes deben conocerlos”* ^{(18,}
¹⁹⁾. Entre las funciones esenciales de la Vigilancia epidemiológica se encuentran Identificación de las fuentes de Información, recolección y procesamiento de datos. Análisis e interpretación de datos y divulgación de la información ^(18, 20).

La Organización Panamericana de la Salud define como sistema de vigilancia de salud para emergencias y desastres como *“Un proceso capaz de dar seguimiento continuo a cualquier tipo de evento en el territorio, adecuando sus recursos y requerimientos de información a las distintas etapas del ciclo del desastre⁽²¹⁾”*.

Por otro lado la vigilancia epidemiológica permite establecer medidas de costo efectividad para prevenir la morbilidad, evaluar el impacto biopsicosocial en la población, lo que permite mejorar los planes de contingencia elaborados para la mitigación del desastre ^(20, 22, 23, 24, 25).

Se destaca que los datos obtenidos de la vigilancia epidemiológica pueden contribuir a la elaboración de un sistema de alarma, evacuación, educación de la población y la elaboración de guías de entrenamiento y mejoramiento de nuestro sistema de salud en relación a las emergencias y desastres.

2.2.4 La epidemiología de desastres.

Durante las últimas dos décadas ha surgido un área de especial interés en el área de la salud como es la epidemiología de los desastres. Ha tomado tal magnitud que es posible encontrar variada bibliografía actualizada periódicamente ^(26, 27).

Según Arcos et al. 2002 en los desastres hay, al menos, cinco aspectos epidemiológicos de interés que deben ser considerados ⁽²²⁾:

1) Aunque tienen una distribución mundial sus efectos y consecuencias son diversos y dependen de las características sociodemográficas, económicas de la población que influirán de manera fundamental en el perfil de riesgo de esta.

- 2) Generalmente exceden la capacidad de respuesta de la comunidad que afectan.
- 3) Presentan diversos problemas de salud pública como consecuencia de su efecto en la comunidad.
- 4) Presentan diversas consecuencias biopsicosociales y es posible identificar sus riesgos.
- 5) Se distinguen claramente sus etapas.

En la vigilancia epidemiológica se aprecian una serie de etapas (figura 2), estas etapas deben ser abordadas en su integridad en cada uno de los planes de emergencia, local, regional y nacional.

Figura 2: Etapas del Desastre y su relación con la Vigilancia Epidemiológica.

Etapas	Interdesastre	Alerta	Evento Adverso	Respuesta	Recuperación
Actividad de la vigilancia	Establecer los riesgos de la población, determinación de los niveles de endemicidad de enfermedades y factores de riesgo	Alertar a la red de Salud		Evaluación Epidemiológica Ambiental	Disminución progresiva de la vigilancia temporal
	Preparar los planes de Emergencias y Desastres actualizarlos y ponerlos a prueba	Activar la Sala de Situación de Crisis con despliegue de información actualizada del Sector Salud.		Evaluación de riesgo potencial de problemas de salud	Evaluación del sistema implementado para la actualización de los planes y adecuación de la vigilancia
	Capacitar y entrenar al personal en Evaluación Ambiental Rápida y Vigilancia en Desastre	Participar en reuniones convocadas por Comité de Emergencias de Salud		Implementación de Sistema de Vigilancia Epidemiológica y ambiental en desastre	
	Fortalecer Centros de Enlaces Regionales e Implementar y Organizar la Sala de Situación			Funcionamiento de Sala de Situación en Crisis	

Nota: Estrella destaca el momento en que ocurre un evento adverso (amenaza) y puede durar horas o días. Fuente: Tomado de Guía de Vigilancia Epidemiológica en Emergencias y Desastres MINSAL/OPS 2010

Dado lo anterior el sector salud debe estar preparado y ser capaz de mitigar y reducir los efectos de un desastre. Debe procurar el acceso de la población al abastecimiento de los servicios básicos enfatizando el suministro de agua potable como la respuesta inmediata de primera necesidad, además del abastecimiento de alimentos no perecibles a través de operativos de salud. Estas simples, pero inmediatas medidas ayudará a mitigar el impacto del desastre en la comunidad (16, 28).

Los epidemiólogos especializados en la mitigación de desastres aplican diversas herramientas descriptivas y analíticas durante las emergencias. Dentro de las cuales podemos mencionar aplicación de matrices de riesgo, basadas en análisis históricos, análisis de bases de datos previas, aplicación de encuestas, catastro y levantamiento de información y análisis de la vulnerabilidad de la población afectada según magnitud del evento.

Las cuales se han transformado en componentes primordiales para la mitigación de la emergencia y disminución de futuras consecuencias y su impacto ⁽²⁹⁾.

2.2.5 Efectos generales de los desastres en Salud Pública.

Los desastres tienen consecuencias directas e indirectas, que afectan de distinta manera a las comunidades.

Un ejemplo de ello es lo vivenciado en el terremoto del 27 de febrero del 2010, en el cual las carreteras, las líneas telefónicas, formas de transporte y comunicación se destruyeron casi en su totalidad. Los servicios básicos y las fuentes de energía (gas o electricidad) se interrumpieron. Las comunicaciones se colapsaron, un número importante de la población perdió su hogar. Se destruyó gran parte de la industria marino portuaria, el comercio local y la flota naval Chilena fondeada en Talcahuano ^(30, 31).

Además de la gran pérdida de vidas humanas la afectación y destrucción de la infraestructura productiva social y de salud del país (municipalidades, escuelas, hospitales, consultorios, etc.) que generaron daños evaluados en 30 millones de dólares ⁽³¹⁾.

También es importante destacar el impacto psicosociocultural, que género en nuestro país un evento de esta naturaleza debido a la escasa información y gestión del riesgo, se creó un pánico colectivo que llevo a la población a mostrar una faceta en la sociedad Chilena que fueron los saqueos y robos a las primeras 24 horas de la catástrofe. Todo esto llevo a un caos colectivo que duró varias horas, todo lo anterior evidencio una escasa gestión del riesgo en nuestro país ⁽³¹⁾. Después de todo desastre, tienden a ocurrir problemas específicos en el campo médico y de la salud general. Manifestándose la atención del trauma como una de las primeras prioridades, mientras que los riesgos de mayor transmisión y proliferación de enfermedades infectocontagiosas pueden ser algo más lentas. Con frecuencia estas comienzan a proliferar hacia la segunda semana posterior al desastre ^(32,33).

Una respuesta al riesgo con gestión, depende de la anticipación a tales problemas de manera efectiva. Después de un desastre, el patrón de las necesidades de cuidado cambia rápidamente a un impacto súbito, mas gradualmente en situaciones de refugiados, desde el manejo de casos y de pacientes agudos hasta provisión de servicios de atención primaria ⁽³⁴⁾.

Se considera a los desastres como un problema de Salud Pública debido a que: ⁽³⁵⁾

- Causan un número inesperado de muertes, lesiones y enfermedades que exceden la capacidad de atención de los servicios locales de salud; ⁽³⁵⁾
- Destruyen y afectan la infraestructura de salud, dificultando la atención de la población y alterando el normal funcionamiento del sistema. Produciendo en muchas ocasiones un aumento insospechado de la morbimortalidad ⁽³⁵⁾.

- Pueden afectar el medio ambiente y la población disminuyendo la calidad de vida de los integrantes de la comunidad, como es el caso de erupciones volcánicas y terremotos ⁽³⁵⁾.
- Pueden afectar el comportamiento psicológico y social de las comunidades afectadas ⁽³⁶⁾.
- Pueden causar grandes movimientos migratorios inesperados, que pueden colapsar los servicios básicos de las poblaciones aledañas al evento, (como fue por ejemplo lo ocurrido con la erupción del volcán Chaitén). Lo que puede generar el posterior aumento de las enfermedades infecto contagiosas debido a que estos grupos poblacionales afectados, en conjunto con el grupo anfitrión (grupo poblacional que se ve aumentado en población por la emergencia), en su mayoría se encuentran totalmente hacinados y bajo condiciones de insalubridad que incrementaran el riesgo ^(35, 36, 37, 38 39).

En las tablas A, B C, D de anexos se incluye la Evaluación de riesgo potencial, la información requerida, sus fuentes y los problemas de salud pública a vigilar como consecuencia de los terremotos, erupciones volcánicas e inundaciones ⁽²⁾.

2.2.6 Una epidemiología en proceso de cambio.

Actualmente debido al calentamiento global la epidemiología a nivel mundial está sufriendo un cambio de paradigma ^(25,40). Las enfermedades epidémicas, actualmente se observan, por si solas como un desastre, ya que perturban considerablemente la vulnerabilidad y susceptibilidad humana ⁽²⁵⁾ debido a que han proliferado vectores en zonas que no existían, o que se encontraban

erradicados de dichas zonas, exponiendo a la población a enfermedades atípicas en su localidad, por lo que quedan con una mayor exposición y más vulnerables al no tener desarrollada la inmunidad frente a las diferentes patologías invasoras y al no existir controladores naturales de estos vectores exóticos o invasores respecto al ambiente y ecosistema colonizado ⁽¹¹⁾.

2.3 Uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Vigilancia epidemiológica. (Epidemiología Espacial)

Un SIG es una herramienta computacional que permite el análisis de una gran cantidad de información dentro de un contexto geográfico ⁽¹³⁾. Otros autores como Chou (1996) definen a un SIG ***“como un conjunto organizado de equipo, paquetes de programación, datos geográficos, diseñados para capturar, actualizar, manejar, analizar y mostrar diferentes formas de información geográfica referenciada, que opera de manera integral”*** ^(20,41).

La interacción entre los SIG y vigilancia epidemiológica se da como un proceso dinámico, capaz de integrar la más variada información geocodificada, permitiendo de manera casi inmediata la localización de eventos de salud en tiempo y espacio. Identificando sus posibles factores de riesgo y poblaciones más vulnerables frente a un evento adverso ⁽²⁰⁾.

Sin embargo, esta forma de análisis de los problemas epidemiológicos no es actual, ya que, tradicionalmente se han usado mapas para describir la distribución espacial de fenómenos relacionados con la salud. Como ejemplo, en 1854, John

Snow describió la mortalidad de cólera en diversas áreas de Londres, relacionando la mortalidad con las empresas distribuidoras de agua, Snow identifico que las áreas de la población que recibían agua de las partes bajas del río, eran las más afectadas. (Ver Mapa 2) Con esto llego a concluir que la contaminación de las fuentes de agua, era la responsable de dicha epidemia lo que llevo a tomar medidas sanitarias para ello (19, 24, 42).

Mapa 2: Original del Dr. John Snow Los puntos representan los casos de cólera durante la epidemia en Londres de 1854. Las cruces representan los pozos de agua de los que bebían los enfermos. (44)



Fuente: FOCUS on Field epidemiology Vol. 5 N° 2.

La epidemiología espacial ejecuta su análisis de la información a través de los SIG aplicado al área de la salud y para ello se han desarrollado diversas herramientas y software computacionales de código abierto y cerrado. Como por ejemplo SIG-EPI, EpiMap, Mapinfo, Gvsig, ArcView, y actualmente dos de los softwares más utilizados debido a su gran capacidad analítica son Qgis y ArcGis.

2.3.1 Tipos de análisis de SIG.

El análisis de SIG tiene una variada gama de técnicas de análisis espacial que se han desarrollado durante la última década. Este es un campo que está en continuo cambio y los paquetes de software SIG incluyen cada vez más herramientas de análisis, dentro de las que destacan ^(20,43, 44):

Clúster: El análisis de conglomerados es una técnica para la clasificación de los datos numéricos utilizando varios atributos. Se trata de una técnica exploratoria, cuyo objetivo es ayudar a comprender mejor lo que los patrones existentes en un conjunto de datos y proponer explicaciones para estos patrones ^(20,43). El análisis de conglomerados puede ser particularmente útil cuando se combina con la cartografía, ya que los grupos que surgen pueden formar patrones geográficos que conducen a puntos de vista sobre las conexiones entre los patrones en los datos de atributos y el contexto espacial en el que los patrones formados ^(20, 24, 42, 43, 44).

Análisis de proximidad: Los análisis de proximidad son operaciones que consideran la generación de áreas según distancias respecto a objetos de referencia. Entre los principales análisis de proximidad figuran:

- **Buffer:** Un buffer es el área que rodea una figura, pero no está en contacto con ésta. Un buffer se puede constituir de varias áreas concéntricas o anillos.
- **Mapa de distancias y mapa de proximidad:** Con referencia a un conjunto de objetos, se pueden obtener mapas que ilustran la distribución de un territorio

en términos de diferencia de distancias a cada punto (**mapa de distancias**) o cómo se asigna a cada parte del territorio su objeto más cercano (**mapa de proximidad**) (20, 24, 42).

Análisis de densidad: A través del análisis de densidad lo que se pretende es definir cuales con las áreas de concentración de un determinado evento o un conglomerado de estos.

Existen diversos tipos de estudios que se pueden realizar dentro de la epidemiología espacial, Elliot (2000) las divide en las siguientes:

- **Mapeo de enfermedades:** Con la finalidad de resumir la heterogeneidad del riesgo desde un punto de vista espacio-temporal.
- **Estudios de correlación geográfica:** Examinan la diversidad geográfica en la exposición de posibles variables ambientales y estilos de vida, en relación con un dato de salud medido a un nivel geográfico (datos agrupados).
- Evaluación del riesgo frente a una fuente puntual o en línea.
- Detección de agrupación o clúster: involucra la estimación del riesgo frente la acumulación global o local de una enfermedad.

Otra herramienta con que cuenta los SIG es el análisis econométrico espacial utilizado en los estudios de correlación geográfica y que analiza dos componentes:

- **La dependencia espacial:** la cual evidencia la asociación entre el espacio (ubicación), factores relacionados (como exposiciones) y resultados.
- **La heterogeneidad espacial:** analiza el hecho de que los sujetos de estudio o mediciones no se distribuyan en forma homogénea. Esto permite por ejemplo analizar la distribución de una enfermedad en una región por comunas, revelando una distribución heterogénea de los resultados.

2.4 Índice de riesgo de desastres. (IRD)

El PNUD ha definido un nuevo concepto, este es el Índice de Riesgo de Desastre (IRD), cuya finalidad es establecer el nexo entre los riesgos de eventos adversos, la vulnerabilidad, diversas variables socioeconómicas y la exposición física de la población ante un desastre ⁽²⁵⁾.

El IRD sirve para medir y comparar, entre países, regiones y comunas los niveles relativos de exposición física a la amenaza, la vulnerabilidad y los riesgos ante amenazas naturales. Indicadores fundamentales para configurar el riesgo de desastre ⁽²⁵⁾.

2.4.1 ¿El desarrollo social aumenta el riesgo de desastre?

Es complejo relacionar que a un mayor desarrollo socioeconómico exista una relación proporcional con el aumento del riesgo ante un desastre ⁽²⁵⁾.

Esto puede ser explicado por qué las personas para satisfacer sus necesidades se ven forzadas a exponerse a sí mismas, un buen ejemplo de esto son los sitees de inmigrantes, debido a la necesidad de las personas por tener una mejor calidad de vida en otros países han debido acomodarse en los sitees, asentamientos urbanos de baja calidad y que a menudo se encuentran en partes aisladas y de mayor riesgo urbano ^(25, 46).

Esta aceptación de las condiciones adversas, por la comunidad es lo que se conoce como **exposición física**, *este concepto hace referencia a la cantidad de personas ubicadas en zonas donde existen amenazas y a la frecuencia de los eventos peligrosos* ⁽²⁵⁾.

Sin embargo cabe señalar que la exposición física no es un descriptor de vulnerabilidad, sino una condición **sine qua non** para la existencia de este, debido a que si no tenemos personas expuestas al peligro, no habrá vidas humanas en riesgo ⁽²⁵⁾.

Otro concepto es la **vulnerabilidad** y se explica como el grado de exposición física al que se exponen las personas o un grupo de personas, por el cual se exponen a un mayor o menor amenaza.

En el IRD, la vulnerabilidad adopta diversas formas y expresa la capacidad de adaptación y sobrevivencia frente a un evento adverso ^(13, 25).

En el IRD, la vulnerabilidad resume todos los factores que impedirían a las personas una adecuada recuperación frente a un evento adverso, estos factores pueden ser económicos, socioculturales, infraestructurales o ambientales. ⁽¹³⁾

2.4.2 Cálculo del grado de exposición física.

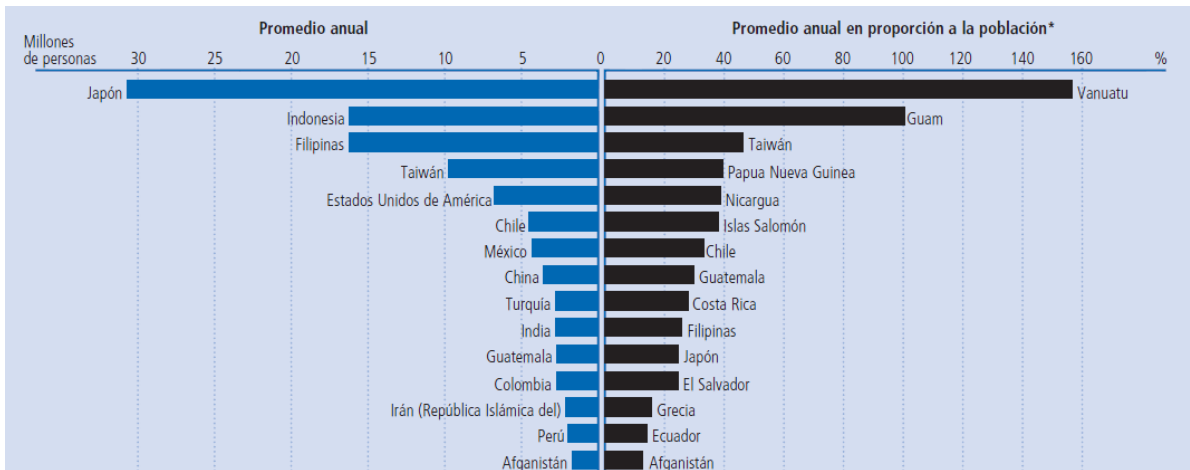
Para realizar el cálculo de la *exposición física* de cada comunidad, se realiza un diagnóstico de la comunidad en la que se determinan las zonas de mayor riesgo o exposición, frente a eventos adversos y se cruza esta información con la cantidad de habitantes en cada sector ⁽²⁵⁾. Posteriormente se levanta un mapa temático en SIG con la exposición física de cada comunidad.

Hay que tener presente que la exposición física variará según la cantidad de habitantes expuestos y la frecuencia de eventos adversos ^(13, 25).

2.4.3 El IRD representa el riesgo de muerte.

Los desastres o eventos adversos afectan a las personas y su calidad de vida. Por lo que el riesgo de fallecer o de morir pasa a ser solo un constituyente más de riesgo en desastre ^(14, 25). Al usar solo el número de víctimas fatales para el cálculo del IRD, se está limitando el análisis de riesgo en relación al ámbito del desarrollo humano, debido a que estos no son un fiel reflejo del desarrollo humano, debido a que en países altamente industrializados y con una calidad de vida óptima estas pérdidas serán menores ^(14, 25). Sin embargo, para el cálculo del IRD, se agrega la mortalidad provocada por los desastres como un indicador sustitutivo, por no existir bases de datos fiables de desarrollo humano y desastres. Si bien la mortalidad pasa a constituir un indicador de riesgo para el desarrollo humano, en el IRD solo permite cotejar el número de vidas perdidas y no da la posibilidad de realizar otro tipo de análisis ⁽²⁵⁾.

Figura 3: Exposición Física de países a los Terremotos, según frecuencia y población.



Fuente: Tomado de PNUD/EIRD; PNUMA/GRID GINEBRA

2.4.4 Fórmula y método general para calcular los riesgos y la vulnerabilidad.

Se entiende como **Vulnerabilidad humana**, a la *situación o proceso, en el que intervienen factores físicos, sociales, económicos y ambientales, que determina cuáles y cuántos daños podría acarrear determinada amenaza natural.*⁽²⁴⁾

El riesgo depende de la ocurrencia de un evento adverso (amenaza), de que exista una población expuesta a este y que la población sea vulnerable ^(13, 22, 25).

Una expresión que permite comprender dicha relación, está dada por:

$$riesgo = f(amenaza, población\ expuesta; vulnerabilidad) (*)$$

Dónde:

$$\text{riesgo} = \begin{cases} \text{hay amenaza} \\ \text{existe si : } \text{hay población expuesta} \\ \text{hay vulnerabilidad} \\ \\ \text{no hay amenaza} \\ \text{no existe si : no hay población expuesta} \\ \text{no hay vulnerabilidad} \end{cases}$$

La expresión (*), muestra que los factores que provocan un riesgo tales como: amenaza, población y vulnerabilidad poseen una relación multiplicativa, lo que permite obtener el índice de riesgo de la población, con la salvedad de que cualquiera de estos factores que provocan un riesgo si no se encuentran presentes en determinada población, el riesgo no existirá para esta población.

Ecuación 1: Riesgo (R).

La ecuación que permite estimar el riesgo es:

$$R = A \times \text{PobExp} \times \text{Vul} \quad (1)$$

R: Riesgo (cantidad de individuos afectados entre 1 habitante a 836.256 habitantes)

A: Amenaza, que depende de la frecuencia y la potencia de determinado peligro natural.

PobExp: Es la población que vive en determinada zona expuesta (determinado por las entidades censales desde 1 habitante a 238.455 habitantes).

Vul: Es la vulnerabilidad y depende del contexto sociopolítico, económico, social de la población expuesta a determinado riesgo, evento o desastre natural. Se calculó el índice de vulnerabilidad de cada una de las comunas mediante sumatoria de cada una de las siguientes variables analfabetismo, ingreso percapita, incidencia mortalidad, estado nutricional, infraestructura y construcción de viviendas. Una vez elegidas las variables e indicadores pertinentes, la construcción del índice de vulnerabilidad se llevó a cabo a partir de la agregación de los mismos mediante el método de diferencias o Progreso Medio. Este método es el utilizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), y busca medir las 7 diferencias o “progreso medio” en una población diferenciada. Su construcción es relativamente simple, aunque hace uso de estimaciones o valores teóricos máximos y mínimos.

Esta índice de vulnerabilidad total finalmente se multiplico por el índice de vulnerabilidad y amenaza obtenida en la matriz de riesgo para emergencias y desastres que concibe como un factor interno de riesgo de un sujeto, objeto o sistema expuesto a una amenaza, que corresponde a su disposición intrínseca a ser dañado. Finalmente el producto de estos dos índices nos da la vulnerabilidad usada en esta fórmula expresada para las comunas de la región de los lagos de 1,55 como menor vulnerabilidad a 8,35 la de mayor vulnerabilidad para un evento, emergencia o desastre.

Ecuación 2 Exposición física. (*ExpFis*)

La ecuación que permite estimar la exposición física corresponde a:

$$ExpFis = \sum (F \times Pob) \quad (3)$$

En dónde:

F: Es la frecuencia anual de un evento de determinada magnitud que se da en un espacio determinado. (Pueden corresponder a terremotos, erupciones volcánicas e inundaciones, etc.)

Pob: Es el tamaño de la población que vive en dicho espacio determinado.

Ecuación 3: Evaluación del riesgo utilizando la exposición física (*EvalR*).

$$EvalR = ExpFis \times Vul \quad (3)$$

En dónde:

EvalR: Es la evaluación de riesgo frente a determinado evento adverso.

ExpFis: Es la exposición física.

Vul: Es la vulnerabilidad (explicada en ecuación 1)

La exposición física (*ExpFis*) se obtiene construyendo un modelo de la zona afectada por cada evento registrado.

La frecuencia de los eventos se calcula sumando el número de eventos para la zona determinada, y dividiéndolos entre los años de observación (para lograr una

frecuencia media por año). A partir de la zona afectada, se determina el número de habitantes expuestos utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG).

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿El sector Salud de la región de los lagos estará preparado, para reaccionar adecuadamente haciendo uso de la gestión del riesgo, ante un desastre natural?

4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.

La Implementación de un sistema de Información Geográfica (SIG) enfocado en emergencias y desastres en la región de los Lagos contribuiría a mejorar la gestión del riesgo ante una emergencia o desastre en la región.

Predicción.

Se espera que la implementación de un sistema de información geográfica (SIG) en desastres, sirva como modelo de gestión de riesgos para las emergencias y desastres en la región de los Lagos.

5. OBJETIVOS.

5.1 Objetivo General.

Implementar un Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta que permita la gestión del riesgo en desastres (terremotos, volcanes e inundaciones) para la región de los Lagos.

5.2 Objetivos Específicos.

1. Describir los sistemas de registro de información implementados en las emergencias sanitarias presentadas en la región de los Lagos.
2. Identificar a través del uso de SIG los atributos relevantes que permitan hacer una adecuada gestión del riesgo ante desastres.
3. Construir una cartografía digital de zonas vulnerables al riesgo en función de las infraestructuras del sector salud, poblacional y potenciales amenazas a escala local.
4. Construir Índices de riesgo para emergencias y desastres en la Región de los Lagos.
5. Evaluar y simular a través de SIG si el IRD, presenta efectividad y facilidad en la gestión del riesgo en la Región de los Lagos.

6. MATERIALES Y MÉTODOS.

6.1 Diseño de Estudio.

Estudio Descriptivo, debido a que permite conocer la distribución y las características de los problemas que afectan a la población, los estudios descriptivos estudian situaciones que ocurren en condiciones naturales, es por ello que al ser los desastres, una condición natural, se convierten en el tipo adecuado de estudio. ^(11, 40, 41)

6.2 Población en Estudio.

El presente estudio se localiza en la Región de los Lagos que se extiende entre los paralelos 40°13' y el 44°3' de latitud Sur y entre las coordenadas 74°49' a 71°34' de Longitud W, abarcando desde el Océano Pacífico hasta la Cordillera de los Andes. Comprende 48.584,5 Km² de superficie, que administrativamente se distribuyen en cuatro Provincias: Osorno con el 19% de esa superficie, Llanquihue con el 30,6%, Chiloé con el 18,9% y Palena con el 31,5%. Estas Provincias se dividen a su vez en treinta Comunas. La Región de Los Lagos posee el 6,7% de la superficie de Chile Continental. Con una población total estimada al año del 2010 de 836.256 Habitantes. Correspondiendo a un 4,7% de la población nacional. ⁽⁴⁸⁾

6.3 Materiales.

Para la elaboración de Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicado a la gestión epidemiológica en desastres para la región de los Lagos, se usaran bases secundarias de datos sociodemográficos de la región de los Lagos obtenidas de los diversos organismos públicos como: Mideplan, Minsal, INE, MOP, etc.

Se usará Cartografía digital IGM 1:50000 y 1:25000 según disposición. Con diversas áreas temáticas como por ejemplo aguas potables rurales (APR), establecimientos de salud, localidades, entidades INE, curvas de nivel, ríos y drenes, caminos y rutas de acceso según tipificación, etc.)

6.4 Métodos.

Para el **objetivo específico 1** “Describir los sistemas de registro de información implementados en las emergencias sanitarias presentadas en la región de los Lagos”. Se realizará lo siguiente:

Se analizarán los registros empleados para emergencias y desastres en la región de los Lagos (registros usados en la pandemia de Gripe A/H1N1, erupción del volcán Chaitén, erupción cordón volcánico el Caulle) se realizará un análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) de estos registros con la finalidad de hacer un análisis crítico y constructivo, lo que permitirá fortalecer el sistema de registros empleados en la región y proponer nuevos registros que permitan desarrollar una adecuada gestión del riesgo.

Para el **objetivo específico 2** “Identificar a través del uso de SIG los atributos relevantes que permitan hacer una adecuada gestión del riesgo ante desastres”

Se identificarán y analizarán a través del SIG todos aquellos atributos descriptivos, (establecimientos de salud, APR, antecedentes sociodemográficos, cercanía a un centro de referencia, vías de acceso).

Para el **objetivo específico 3** “Construir una cartografía digital de zonas vulnerables al riesgo en función de la infraestructura poblacional, del sector salud y potenciales amenazas” Se realizará lo siguiente:

Análisis de la Información y creación del sistema de información geográfica, concluida la codificación, análisis y tipificación de las diversas bases de datos recolectadas y creadas, se confeccionará una tabla en formato de base de datos

conformada por campos con los siguientes atributos: Datos de la red asistencial, rutas de acceso, hospitales de referencia, red hídrica (posible lugares de inundación), energía, agua potable, comunas más vulnerables, lugares de albergues que cumplan con las condiciones de saneamiento básico (abastecimiento de agua, luz o energía, alimentación, disposición de excretas, desechos sólidos, control de vectores), que contribuirán para la implementación de un (SIG) en desastres.

Posteriormente se identificarán posibles lugares de riesgo o de eventos adversos, Identificaciones de áreas geográficas como posibles amenazas, etc., para cada localidad, provincia y región.

Para el **objetivo específico 4** “Construir Índices de riesgo para emergencias y desastres en la Región de los Lagos” se realizará el análisis estadístico de los datos regionales y comunales con las ecuaciones planteadas en la bibliografía (riesgo, IRD, exposición física, vulnerabilidad, etc.), estandarización directa e indirecta de las tasas obtenidas, para su posterior conversión a formato “.shp”, lo que permitirá visualizarlo en el SIG, y así crear los mapas temáticos respectivos para cada uno de los eventos en la Región de los Lagos y sus respectivas comunas.

Para el **objetivo específico 5** “Evaluar y simular a través SIG si el IRD, al ser implementado será efectivo y facilitará la gestión del riesgo en la región de los Lagos” se realizará montaje en el SIG de todas las bases cartográficas recopiladas, la inserción de las bases de datos creadas y readecuadas más la

inserción de los IRD creados, para corroborar la eficacia del IRD creado y su utilidad.

6.5 Operacionalización de las variables

Se trabajaron con veintinueve variables de distinta naturaleza, la tabla 3 muestra el tipo de variable usada.

Tabla 3: Operacionalización de las variables a estudiar.

VARIABLE	NOMBRE	Nivel de Medición/ Tamaño del recorrido
comind2003IDH	Puntaje Índice de Desarrollo Humano (IDH) total 2003.	Continua
comind2009IDG	Puntaje Índice de Inequidad Territorial de Género (IDG) 2009.	Continua
comindVulEducación	Puntaje IV dimensión educación 2009.	Continua
comindVulIngreso	Puntaje IV dimensión ingresos 2009.	Continua
comindVulOcupaciónT	Puntaje IV dimensión ocupación 2009.	Continua
comindVulVivienda	Puntaje IV dimensión vivienda 2009.	Continua
comindVulT	Puntaje Índice de Vulnerabilidad total 2009.	Continua
comindPosiPaís	Posición de la comuna en el IV respecto al país.	Ordinal
comindPosiRegional	Posición de la comuna en el IV respecto a la región.	Ordinal
comind2088Aislam	Puntaje Índice de Territorios Aislados.	Ordinal
comd2009PobT	Población total 2009.	Discreta
comd2009Densidad	Densidad poblacional 2009.	Continua
comdSuperficie	Superficie.	Continua
comm2006PorTSaneamDeficit	Porcentaje de hogares totales con indicador de saneamiento deficitario 2006.	Continua
comm2006PorTMaterIrrec	Porcentaje de hogares totales con indicador de materialidad irrecuperable 2006.	Continua
comm2006PorTHacinCrit	Porcentaje de hogares totales con indicador de hacinamiento crítico 2006.	Continua
comm2006PorTRefrig	Porcentaje de hogares totales que tiene refrigerador 2006.	Continua
comm2006PorTCalef	Porcentaje de hogares totales que tiene calefont 2006.	Continua
comm2006PorTComp	Porcentaje de hogares totales que tiene computador 2006.	Continua
comm2008MetrosAVerdesxHab	Metros cuadrados de áreas verdes con mantenimiento por habitante.	Continua
comp2008DispPresupxHabt	Disponibilidad presupuestaria municipal por habitante 2008.	Continua
comp2008DepFCM	Dependencia del Fondo Común Municipal sobre los ingresos propios 2008.	Continua
comp2008PorAporteMunSalud	Aporte municipal al sector salud respecto al ingreso total percibido municipal 2008.	Continua
comp2008GastoSaludxInscrito	Gasto anual del área salud por habitante inscrito validado 2008.	Continua
coms2008TipoAdmSalud	Tipo de administración de salud comunal.	Continua
coms2008DistaHosp	Distancia (km) desde la capital comunal al Hospital de Referencia, Base o Emergencia.	Continua

coms2009TPobFonasa	Población total beneficiaria de FONASA 2009.	Discreta
coms2009PorPobFonasaPob	Porcentaje de la población total que es beneficiaria de FONASA 2009.	Continua
coms2009PobFonasaA	Población beneficiaria de FONASA con letra A 2009.	Discreta

6.6 Herramientas de Análisis.

Para la extracción de la base de datos secundarias originales y la confección de gráficos se utilizará el programa Microsoft Excel 2010, Software FileMarker 10 Pro. Para la descripción general, administración de datos estandarización de tasas, análisis exploratorio y temporal de los datos se utilizará el software estadístico STATA 11. Para la elaboración de los mapas temáticos se utilizará software Qgis y ArcGis 10 con licencia concurrente y el software Datum del IGM.

6.7 Recolección de la información.

Se realizará una Revisión de Normas nacionales e internacionales en gestión del riesgo.

Posteriormente para la implementación del SIG:

Se realizará la recolección de datos sociodemográficos de la Región de los Lagos (Tabla 2) obtenidos de bases secundarias del INE, MINSAL, MIDEPLAN, Gobierno Regional de los Lagos. La información obtenida del INE corresponde a proyecciones de población del año 2010 correspondientes a número total de individuos, para cada comuna y región según sexo y edad.

Recolección de datos epidemiológicos de la Región de los Lagos. extraídos de bases de datos del MINSAL a través de Software Filemarker 10 Pro, se realizará el análisis exploratorio de datos y se construirá tablas geocodificadas con esta información.

Recolección de datos georeferenciados existentes de la red asistencial, rutas de acceso, hospitales de referencia, red hídrica, (posible lugares de inundación, áreas de seguridad, áreas de riesgo), energía, agua potable, comunas más vulnerables de la región de los lagos, establecimientos educacionales. A través de la Mesa Regional de SIG de la Región de los Lagos.

Creación de mapas temáticos; epidemiológicos de apoyo para la gestión del riesgo en salud de la Región de los Lagos con SIG usando el método de análisis de Proximidad (Buffer), Clúster, Matching o emparejamiento y análisis de densidad entre otros.

Para la confección de la base de datos digital para el área de estudio, se contempló la readecuación de la Base de Datos de Salud existente en la Mesa Regional de SIG en sus componentes geográficos como temáticos, incorporando información geográfica existente en otros formatos y de diversas fuentes, además de la generación de información propia derivada de la recolección en terreno. Todo lo anterior implica el cumplimiento de las siguientes fases:

Transformación y estandarización de formatos digitales: comprende la exportación digital de información geográfica desde el formato de origen al formato nativo del software ArcGis (.shp) ⁽⁴⁷⁾, estandarizando y asignando un nombre de archivo para cada cobertura (“nombre.shp”).

Adecuación y compatibilización de escala: implica el análisis de las distintas coberturas de la base de datos, para establecer la compatibilidad de escalas. En los casos donde existieran diferencias de escalas importantes, se buscará una fuente alternativa de información o se descartará el uso de esa información. Se

asumirá la escala 1:50.000 como escala de trabajo estándar para toda la base de datos.

Incorporación de información geográfica procedente de distintas fuentes

disponibles: se incorporará a la base de datos información disponible en distintos formatos. De manera de crear una sola base de datos georeferenciada “Geobase de Datos”, para homologar la información recolectada se transformará mediante el Programa Datum, las coordenadas UTM en huso 18 y 19 a Sirgas 2000 como formato único. (Homologado a Datum WGS 84)

Actualización de la información geográfica: En base a la imagen del mosaico de fotografías se vectorizarán los caminos que no aparecían en la cobertura digital IGM (Instituto Geográfico Militar), por medio de las rutinas de edición del software de información geográfica. De igual forma, se actualizarán los polígonos correspondientes a las zonas urbanas presentes en la zona de estudio.

El proceso se complementará con georeferenciación usando GPS Garmin CSX60Map en terreno, en los cuales además se recopilarán los topónimos correspondientes a centros poblados.

Finalmente se establecerán las coberturas a incluir en el SIG, se procederá a verificar las características técnicas de cada una de las coberturas, de manera de asegurar la compatibilidad de archivos, formatos y escalas. En la delimitación de los sectores a estudiar se emplearán funciones de geoprocésamiento propias de los SIG, tales como: intersección de elementos, intersección de coberturas, recorte de coberturas basado en otra cobertura o elementos de ésta, fusión de coberturas, superposición o conjunción de coberturas, etc. El proceso involucrará procesos entre los elementos de un mismo archivo, así como entre coberturas digitales

distintas. Como resultado, se obtendrán nuevas coberturas digitales que representaran a las diversas áreas en cuanto a sus características internas y su relación con los demás temas. Para lograr una correcta utilización de la información y obtener el máximo de beneficio, se adecuará la base de datos temática asociada a cada una de las coberturas obtenidas, de manera de caracterizar cada área homogénea.

7. RESULTADOS.

Objetivo Especifico N° 1.

Describir los sistemas de registro de información implementados en las emergencias sanitarias presentadas en la región de los Lagos.

Para dar respuesta **objetivo específico número 1**, se ha realizado una encuesta a informantes claves de la región para facilitar la respuesta de los encuestados frente a la exposición de los hechos con variables dicotómicas. La encuesta constituyó en esencia un instrumento de *evaluación cerrada* para garantizar respuestas directas y sencillas. Las encuestas se realizaron a diversos profesionales de instituciones públicas (n=10), en especial a las del área de Salud de la Región de los Lagos y áreas vinculadas con las emergencias. La encuesta fue realizada a la totalidad de personas vinculadas directamente a la temática de emergencia en la región.

Con el objetivo de identificar fortalezas y posibles falencias en los registros de información en la región.

Paralelamente se realizó una búsqueda exhaustiva de registros históricos de eventos y emergencias acontecidos en el último periodo en la región de los Lagos, lamentablemente no se cuenta con ningún tipo de registros de estos eventos en la región.

A estos profesionales se les consulto sobre el sistema de registro usado en emergencias y desastres anteriores, en la Región de los Lagos, de estas entrevistas se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las preguntas.

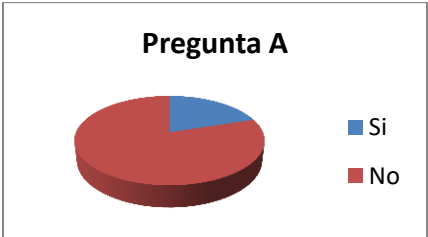
Tabla 4: Respuestas a las preguntas realizadas a los entrevistados.

Pregunta	Respuesta	
	Si (%)	No (%)
A	2 (20)	8 (80)
B	4 (40)	6 (60)
C	1 (10)	9 (90)
D	1 (10)	9 (90)
E	0 (0)	10 (100)
F	0 (0)	10 (100)
G	3 (30)	7 (70)
H	2 (20)	8 (80)
I	0 (0)	10 (100)
J	0 (0)	10 (100)
K	0 (0)	10 (100)

Respuestas a cada pregunta realizada en la encuesta

A. ¿Según su punto de vista nuestro país cuenta con una legislación referida a los desastres?.

Sí/No



El 20% de los encuestados refiere conocer que el país cuenta con una legislación referida a los desastres.

B. ¿En la región de los Lagos existe un plan de emergencia y desastres acotados?

Sí/No

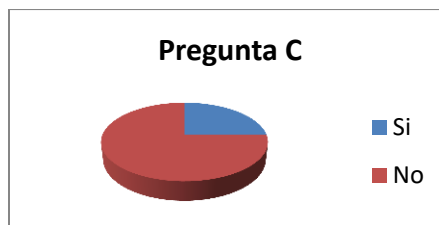


El 40% de los encuestados refiere que existe un plan de emergencia y desastres, en la región de los Lagos. Sin embargo, refiere no conocerlo expresamente.

Si la respuesta anterior fue es negativa continúe a la pregunta g.

C. ¿Este plan es definido, acotado e identifica actores claves?

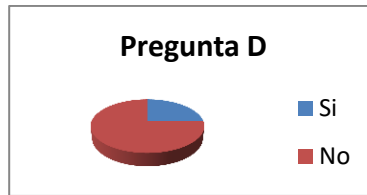
Sí/No



Solo una de los 4 entrevistados que respondieron positivamente la pregunta B, menciona que el plan de emergencia para la región de los lagos identifica actores claves y con roles definidos ara cada emergencia.

D. ¿Establece claramente la autoridad y vocerías en caso de emergencia?

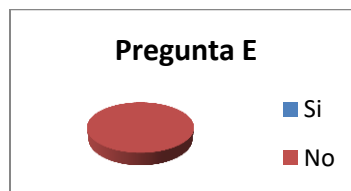
Sí/No



Solo una de los 4 entrevistados menciona que el plan de emergencia para la región de los Lagos establece vocerías en caso de emergencias, establecidas claramente.

E. Establece claramente la autoridad lineamientos para el sector salud en periodos de desastres/emergencias?

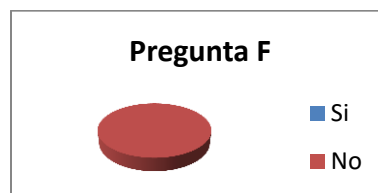
Sí/No



Ninguno de los entrevistados considera que la autoridad establezca lineamientos claros y operativos para el sector salud en las emergencias.

F. Considera Uds. que el sector salud de la región está preparado para un emergencia o desastre.

Sí/No

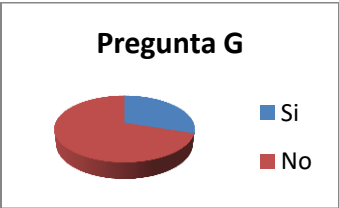


Todos los entrevistados consideran que el sector salud de la región de los Lagos no está preparado para enfrentar una emergencia.

En relación las emergencias acontecidas en nuestra región.

G. ¿Cree Uds. que el sector salud ha tenido una participación adecuada en ellas?

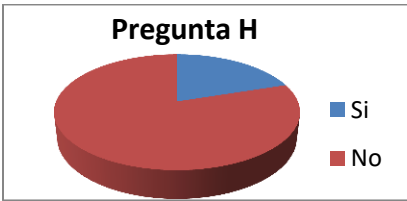
Sí/No



En relación a las emergencias presentadas en la región el 30% de los encuestados cree que el sector salud ha tenido una participación adecuada en ellas, Sin embargo el 70% considera que esto no ha sido en forma desorganizada, sin lineamientos claros

H. El sector salud cuenta con un plan de emergencia y desastre integrado para la región.

Sí/No



El 80% de los encuestados menciona que el sector salud de la región de los Lagos no cuenta con un plan de emergencia y desastre integrado para la región.

- I. El sector salud cuenta con un sistema de registro idóneo y expedito ante la emergencia y desastres que ayude a tomar decisiones ante los eventos.

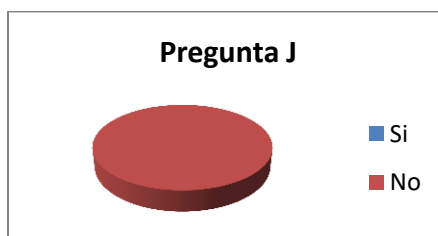
Sí/No



El 100% de los entrevistados menciona que la región de los Lagos y en específico el sector salud no cuenta con un sistema de registro para la toma de decisiones.

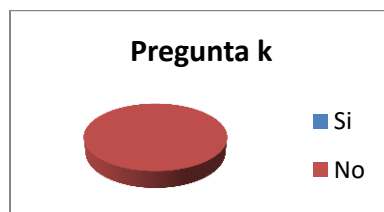
- J. **El sector salud cuenta con las evaluaciones de las vulnerabilidades** asociadas a los peligros en la región.

Sí/No



El 100% de los entrevistados menciona que el sector salud no cuenta con una evaluación de las vulnerabilidades de la región.

- K. El público objetivo del sector salud conoce en sentido general el plan regional ante desastres/emergencias, y en particular sabe el papel que juega dentro de este plan. **Sí/No**



Todos los entrevistados mencionan que no conocen en sentido general el plan regional de desastres/emergencias, y desconoce su rol dentro de este.

Tabla 5: Características de entrevistados según servicio y profesión

N° entrevista	Servicio	Profesión
1	MOP	Ing. Civil
2	MOP	Topógrafo
3	GORE	Arquitecto
4	GORE	Ing. Civil
5	Servicio Salud	Médico
6	Seremi Salud	Socióloga
7	Seremi Salud	Prev. Riesgos
8	Seremi Salud	Médico
9	Servicio Salud	Prev. Riesgos
10	Seremi Salud	Epidemiólogo

Una vez realizada cada una de las entrevistas y realizada la tabulación se procede a analizar estas en un FODA, el cual se describe a continuación:

Fortalezas.

El sector Salud de la región de los Lagos cuenta con una red asistencial constituida por 3 servicios de Salud (Osorno, Reloncaví y Chiloé).

Contando 2 hospitales tipo 1 (Osorno, Puerto Montt) uno tipo 2 (Castro), uno Tipo 3 (Ancud) y 16 Tipo 4, 48 centros de Atención Primaria (CESFAM, CECOF) y 198 Postas de Salud Rural, las cuales funcionan completamente en red con infraestructura y tecnología de última generación.

Cada uno de los establecimientos cuenta con una red de delegados de epidemiología, coordinados y capacitados. Esta red de delegados de epidemiología está constituida por resolución de la Seremi de Salud de la Región de los Lagos del mes de mayo del 2009. Actualmente se está capacitando a cada uno de ellos, para que ante una emergencia puedan actuar en forma coordinada y mancomunada con los diversos estamentos públicos, privados y organizaciones sociales para mitigar el evento adverso.

La región de los lagos, ha tenido varios eventos adversos o emergencias, lo que ha dado la posibilidad de aprender actuando, a diversos profesionales del área de la salud y otras áreas. Muchos de estos se han capacitado en emergencia y desastres.

La región de los Lagos cuenta con un equipo multidisciplinario en el sector salud, motivado y con experiencia en los eventos previos, dispuesto a trabajar y elaborar un plan de gestión del riesgo para la Región de los Lagos.

Oportunidades.

Actualmente el sector Salud de la región de los Lagos, trabaja en la creación de un plan de emergencias/desastres integrado para el sector salud, recopilando experiencias de emergencias vivenciadas.

Se incentivará la creación de bases de datos múltiples, transversales con datos bio-sociodemográficos, redes de agua potable, caminos, carreteras, aeródromos, puertos, posibles lugares de riesgo de la región de los lagos, que permitan dar una respuesta oportuna a posibles eventos en Salud Pública, estos datos serán distribuidos en toda la red asistencial y actualizados periódicamente. También serán distribuidos en formato “kmz/kml”, para un fácil acceso a la información.

Debilidades.

Pese a ser una de las regiones afectadas por los desastres naturales en el último periodo, no cuenta con un análisis integral del riesgo. No ha aprovechado las experiencias vivenciadas, no ha desarrollado bases de datos especializadas, no han realizado un análisis estructural de la región con enfoque de riesgo.

No cuenta con la información idónea y expedita que se necesita para una emergencia y desastres. No cuenta con una base de datos de gestión integral de

riesgo que reúna datos como albergues pre establecidos, análisis de fuentes de agua potable, red de salud, datos de salud, escuelas, áreas de riesgo etc.

No cuenta con registros previos y establecidos que se actualicen periódicamente, como número de camas disponibles en un hospital, stock de vacunas disponibles, almacenamiento de combustible y generadores de energía para la red pública de salud, Almacenamiento de agua potable para sus establecimientos.

Escasa preparación de entidades gubernamentales para actuar frente la emergencia. Estas actúan sin una preparación previa y sin el conocimiento necesario para la gestión del riesgo.

Amenazas.

Nuestra región vive en una constante amenaza, ante una emergencia o desastre, debido su extensa y abrupta geografía, contando con una cordillera andina Volcánica activa, lo que se ha manifestado en las últimas erupciones Chaitén 2008 y Caulle 2011, que han provocado daños a la población de la región.

Habitualmente se convierten en apagadores momentáneos de la emergencia, sin considerar la etapa pre y post desastre.

La región no cuenta con un plan de emergencia y desastre integrado para la región, ni mucho menos en sector salud.

En base a lo anteriormente señalado con la finalidad de brindar una herramienta común de registro y de análisis de la información ante una emergencia se propone

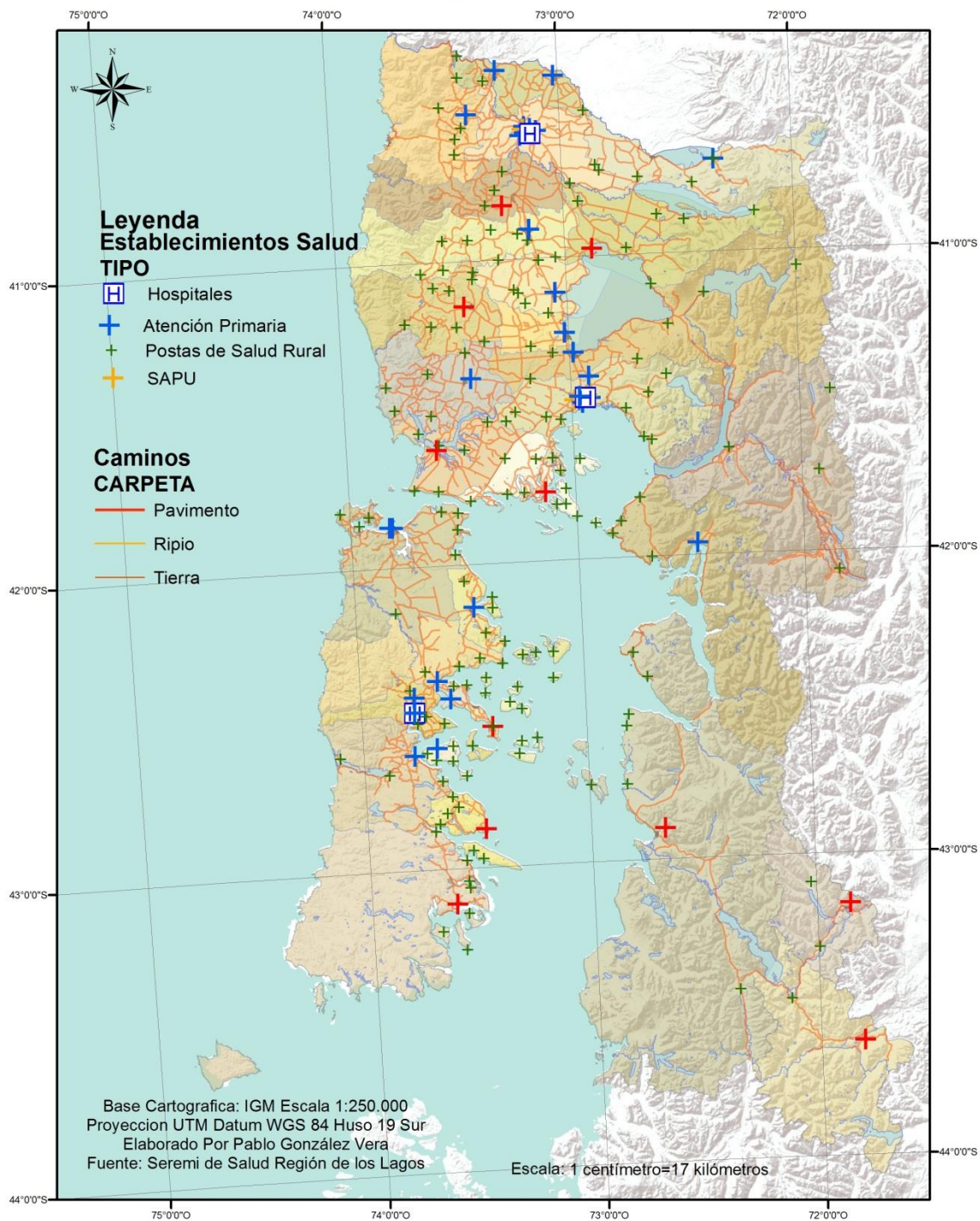
una adaptación de las tablas de la OPS ante una emergencia, las que se describen en anexos. (Ver tablas en Anexos G, H, I)

Objetivo Especifico N° 2

Identificar a través del uso de SIG los atributos relevantes que permitan hacer una adecuada gestión del riesgo ante desastres.

Para dar respuesta **objetivo específico número 2**, Se identificaron a través de SIG atributos relevantes Establecimientos de Salud, Abastecimientos de Agua Potables Rurales (APR), Caminos de la región, Red pública vial, aérea y marítima, establecimientos educacionales de la región, distancia en km al centro de referencia más cercano de la comuna. Además de las variables sociodemográficas Índice de desarrollo humano (IDH), Vulnerabilidad de las viviendas, vulnerabilidad total de las comunas, densidad poblacional, con la finalidad de identificar sectores de la región más vulnerables.

**Mapa 3: Red Asistencial Pública Región de los Lagos.
Región de los Lagos Red Asistencial**



En el mapa 3 se observa la región de los Lagos y la distribución geográfica de la red asistencial. Si bien la región cuenta con un total de 21 Hospitales ⁽⁴⁸⁾ (no todos

georeferenciados), de los cuales tres establecimientos son de mayor complejidad y una tasa de 0,4 de estos hospitales por cada 100.000 habitantes, al igual que la tasa país ⁽⁵¹⁾. También se observa que la región cuenta con 55 establecimientos de atención primaria y 198 postas rurales (no todas georeferenciadas) ⁽⁴⁸⁾.

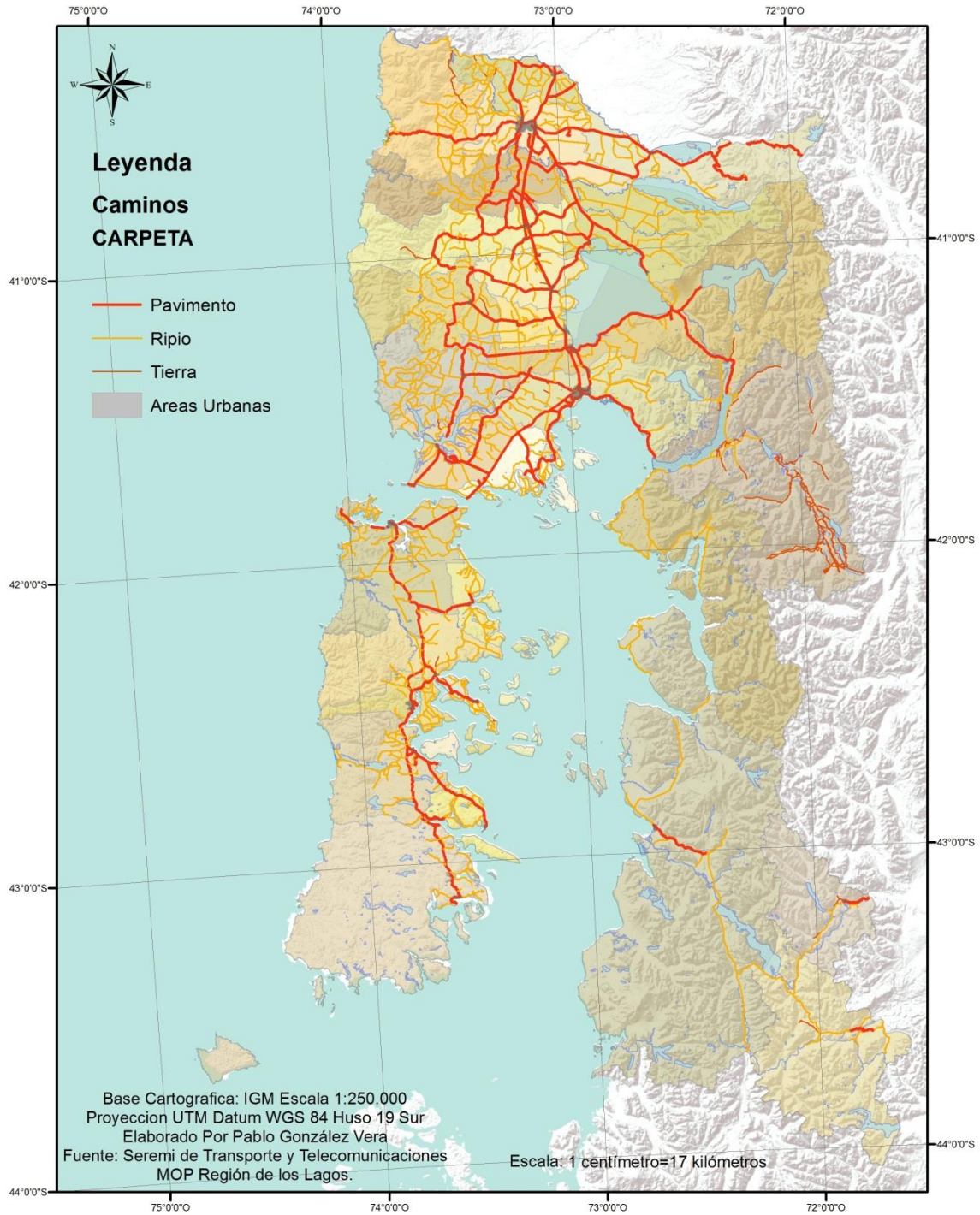
En convenio con el servicio de Chiloé, se encuentra el Buque Cirujano Videla que presta servicios de atención de Salud a la población insular en el archipiélago de Chiloé y la provincia de Palena.

En la Región existen 6,5 médicos del sistema público por 10.000 habitantes ^(49, 50).

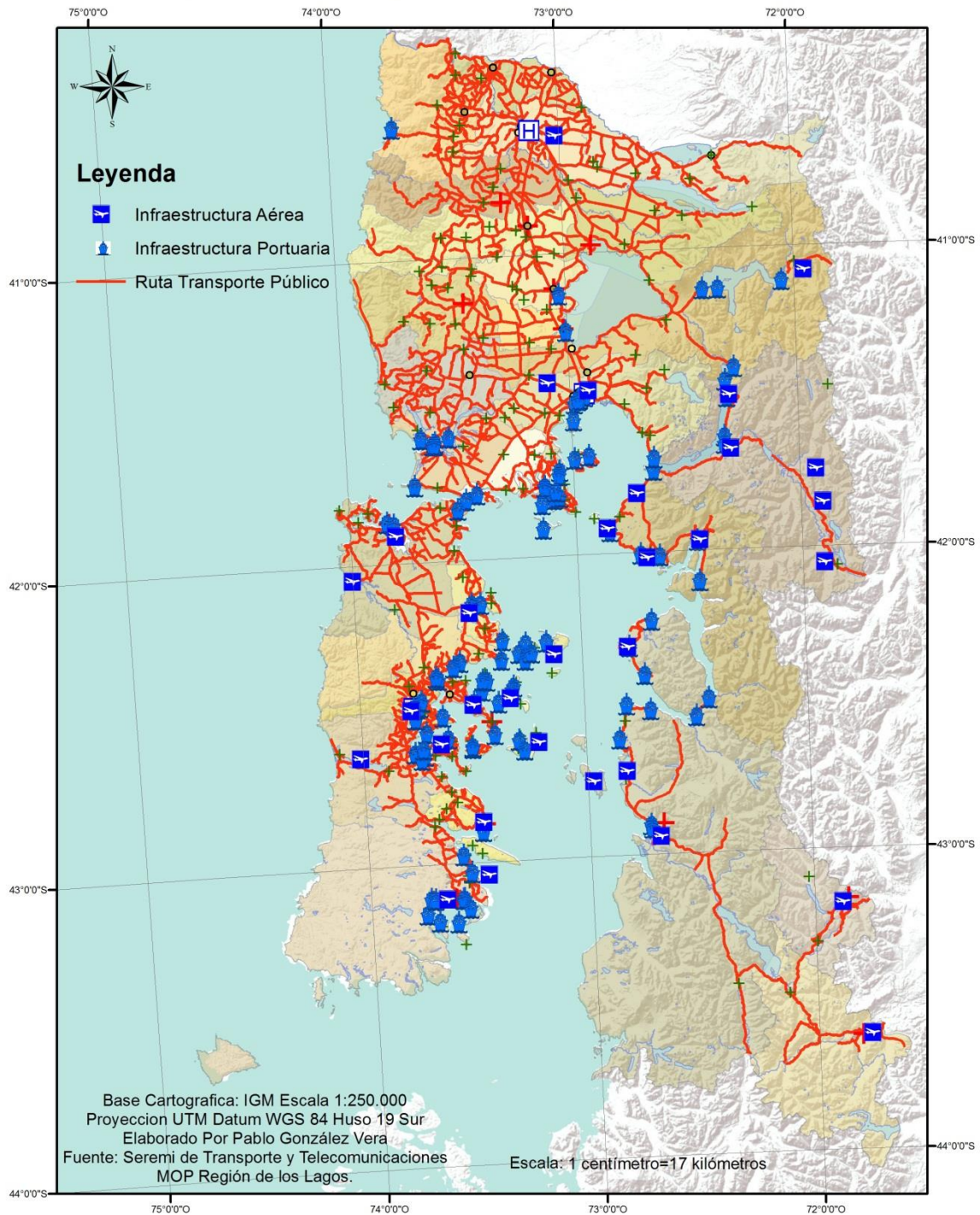
Se observa una situación diferente en cuanto al número de camas críticas (11 por 100.000 habitantes), estando este número por debajo de la cifra país (13,7 por 100.000 habitantes), muy distante de la mejor región (26,7 por 100.000 habitantes) ^(6, 49, 50, 51).

Mapa 4: Red Vial Región de los Lagos.

Región de los Lagos Red Vial



Mapa 5: Red Transporte Público. Región de los Lagos Red Transporte Público



En los mapas 4 y 5 se observan la red vial y de transporte público de la región de los lagos, esta región es considerada una de las regiones con mayores problemas

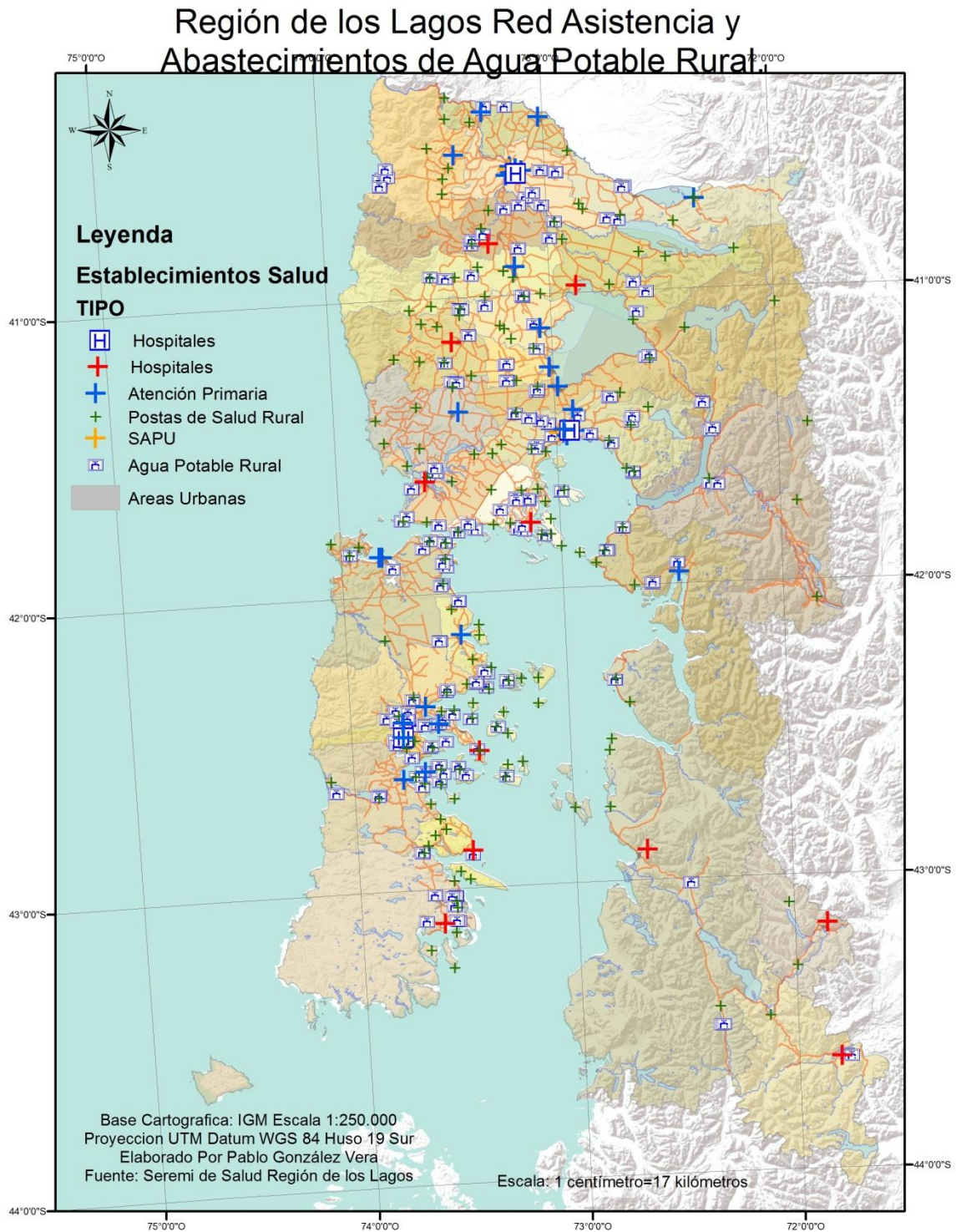
de conectividad del país. Esto está dado por la particularidad de la isla de Chiloé y la inaccesible geografía al sur del seno del Reloncaví, le dan a esta zona características especiales que complican la comunicación dentro de ella y hacia el resto del país.

Esto último hace que el traslado de un lugar a otro se realice muchas veces por agua - tierra (transporte multimodal tal como se muestra en el mapa 5). Esto es una práctica habitual en muchos sectores de la región, lo que deriva en mayores costos, tanto económicos como de tiempo. Los tiempos de viaje constituyen uno de los principales problemas en el sector sur-este de la región.

La densidad de la red vial en la región es mayor al promedio nacional, pero la calidad de las rutas es menor, contando con una menor proporción de caminos pavimentados y con una mayor proporción de caminos de ripio y tierra.

La región cuenta con 1973 km de caminos pavimentados, mientras que un 75% representado por 6582 km de red vial corresponde a caminos de Ripio.

Mapa 6: Red de Abastecimientos de Agua Potable Rural y establecimientos de salud.



En el mapa 6, se observa la red de abastecimientos de agua potable rural (APR) y de establecimientos de salud de la región de los lagos, la mayoría de los APR y

los establecimientos de salud se encuentran ubicadas en la depresión intermedia o en los lugares con una mayor asentamiento de población, sin embargo, hay sectores con una población importante que no tienen acceso agua potable.

Encontrándose en algunos casos incluso Postas de Salud Rural y una población de alrededor de 50.000 personas sin acceso a Agua Potable en la región de los Lagos (La mayoría en áreas de difícil acceso).

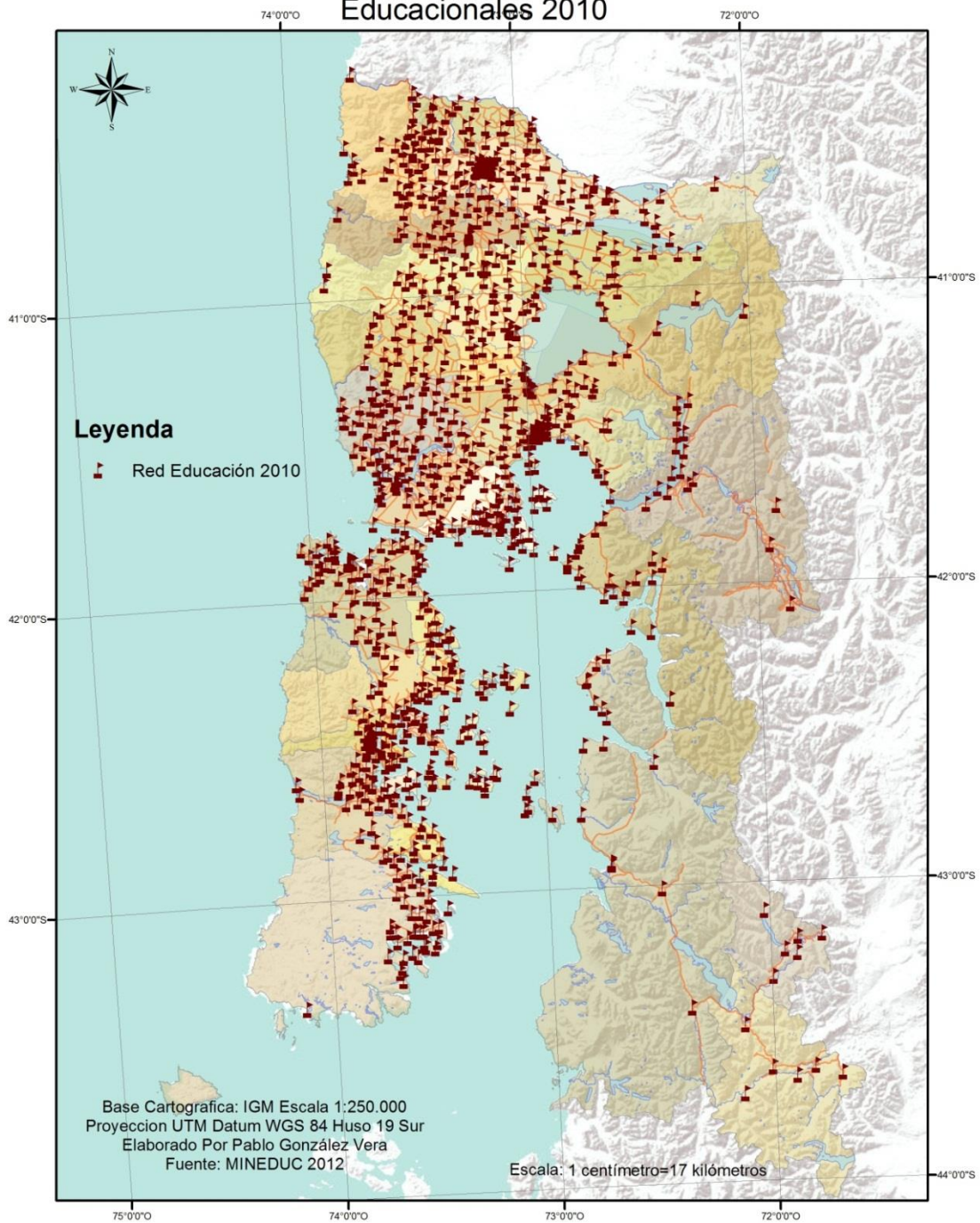
En el mapa 7 se ve la distribución de los establecimientos de educación en la región de los lagos, el año 2012 había un total de 1043 establecimientos educacionales en la región ⁽⁵²⁾.

En el mapa 8 se muestra la distancia en km desde la capital comunal al Hospital de referencia, base o de emergencia. Destacándose el aislamiento geográfico de la provincia de Palena con una distancia de hasta 400 km de su hospital de referencia, que en este caso sería el hospital de Puerto Montt ⁽⁵³⁾.

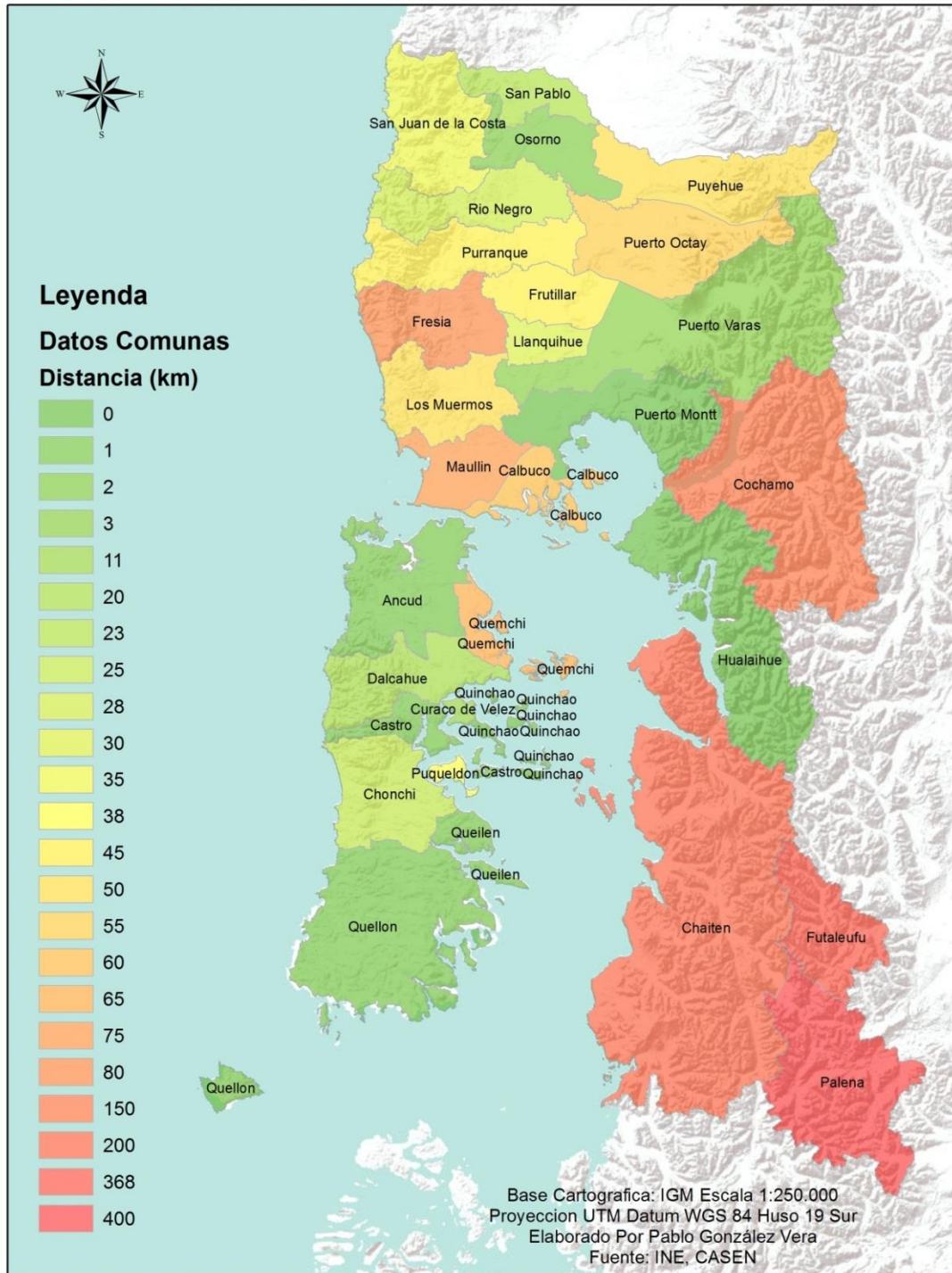
Por otro lado hay que mencionar que el aislamiento de esta zona extrema es aún mayor a los 400 km, debido a que estos son medidos por territorio chileno, y como hemos visto en el mapa 5 se realiza por transporte multimodal, lo que demoraría mayor tiempo ^(8, 53).

Es por ello que continuamente la provincia de Palena realiza sus traslados por Argentina (Futaleufu - Cardenal Samoré) incrementando la distancia en km, pero disminuyéndola en horas de viaje. (10 horas en promedio) ^(8, 53).

Mapa 7: Establecimientos Educativos de la Región de los Lagos 2010
Región de los Lagos Red Establecimientos Educativos 2010

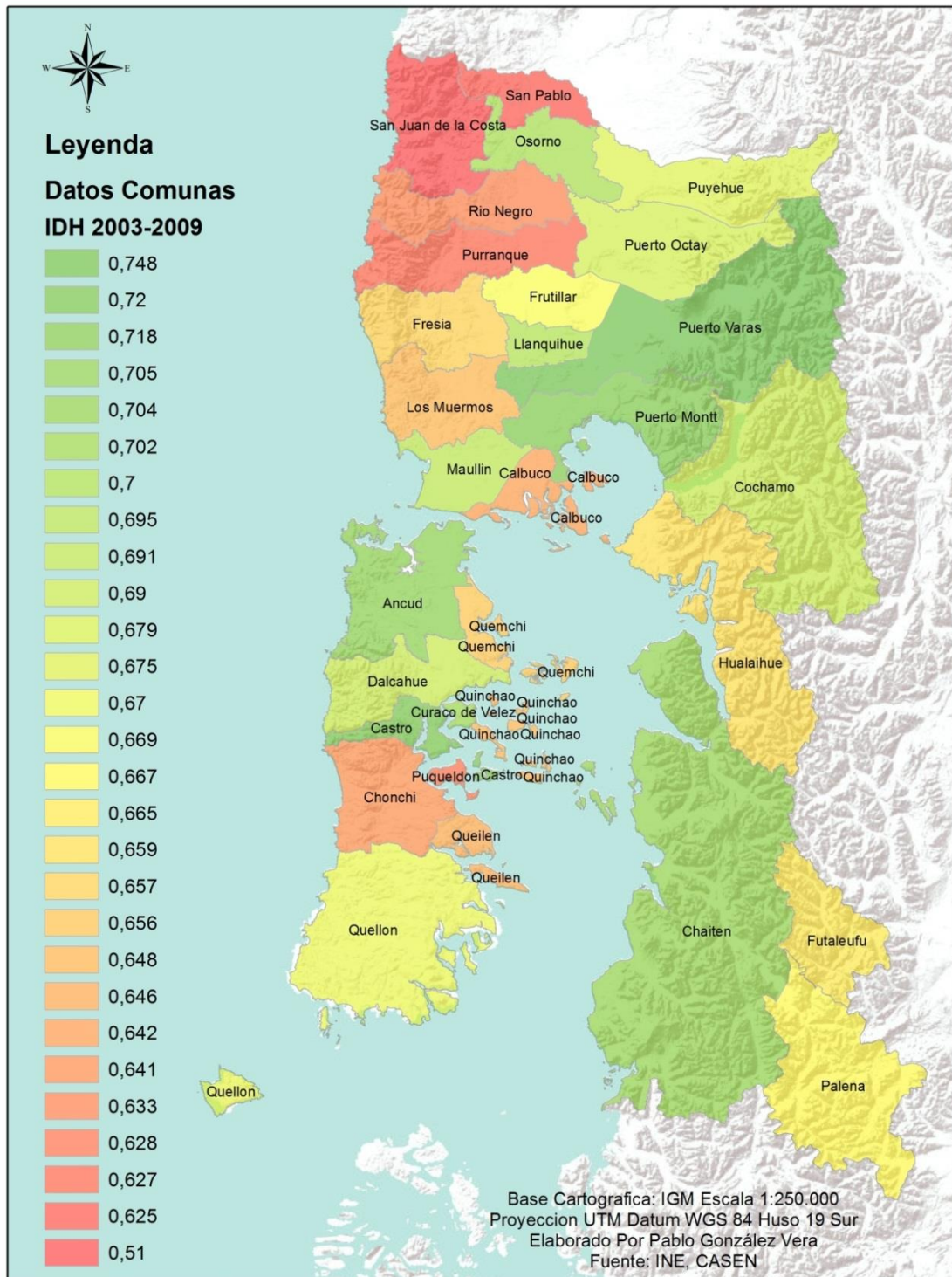


**Mapa 8: Distancia en Km desde la capital comunal al Hospital de referencia.
Región de los Lagos, Distancia (km) desde la capital comunal al
Hospital de Referencia, Base o Emergencia. Comunas 2009**



Mapa 9: IDH comunas 2003-2009

Región de los Lagos, IDH Comunas 2003-2009



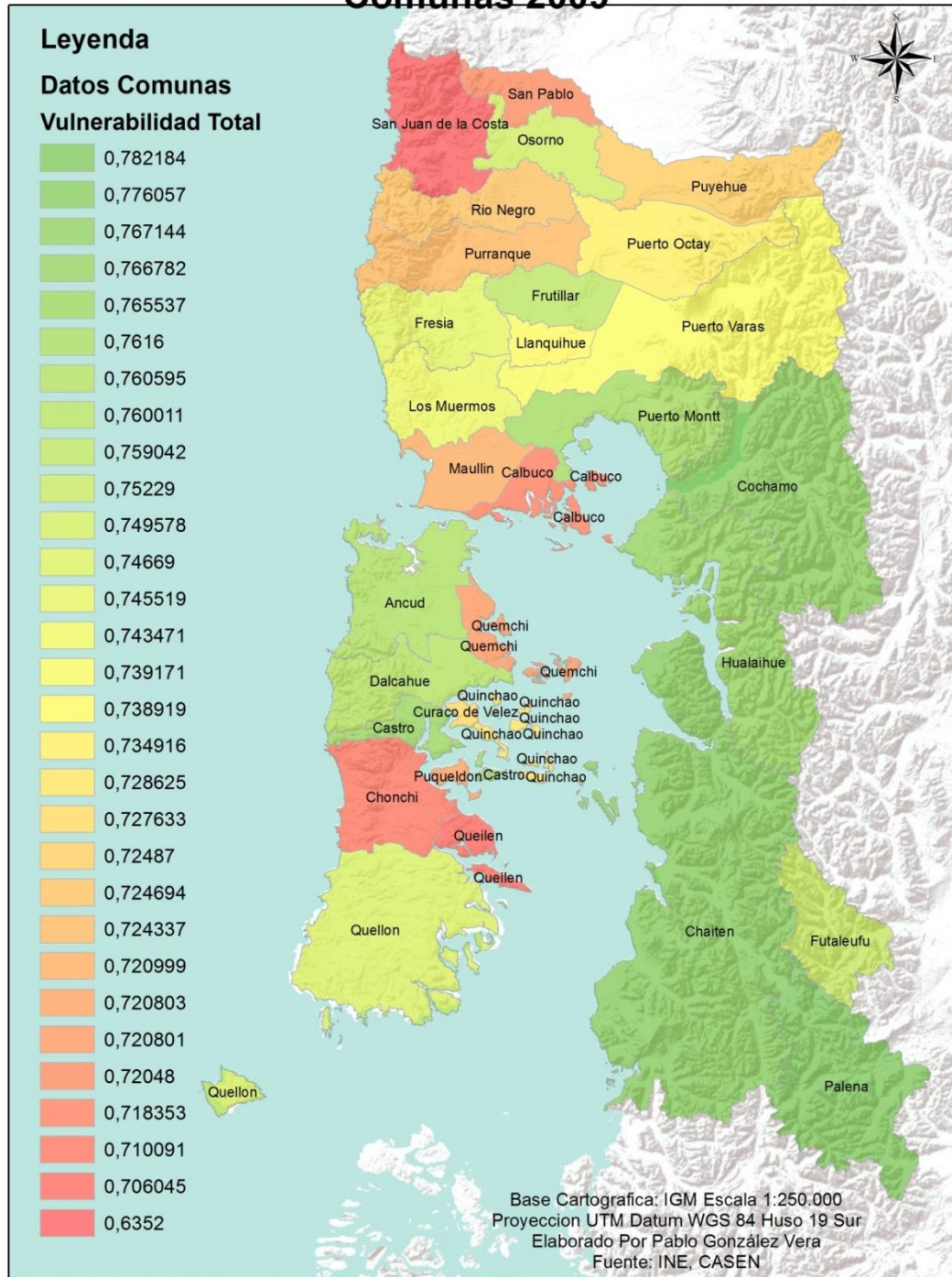
El mapa 9 se aprecia el índice de desarrollo humano (IDH) por comunas 2003-2009, como ya sabemos es una medida del desarrollo humano; mide el avance promedio conseguido por un país en las áreas básicas del Desarrollo humano, que serían las siguientes: disfrutar de una vida larga y saludable, acceso a la educación y un nivel digno de vida. Para este índice se utilizan diversos indicadores de salud, económicos y sociales, dándonos valores entre 0 a 1, de modo que, cuanto más se acerca al 1 de modo que, más desarrollo humano encontraremos en esa comuna ^(6, 7, 9, 10, 54).

En razón a esto la comuna con mayor IDH en la región es la comuna de Puerto Varas y la con menos IDH es la comuna de San Juan de la Costa.

En el mapa 10 se observa el índice de Vulnerabilidad Total para cada comuna de la región. Este índice es definido en base a metodología adaptada del IDH 2003 - 2009, con la combinación de los datos de pobreza comunal, ingreso total del hogar, promedio de años de escolaridad y la tasa de mortalidad entre otros.

La región presenta un Índice de Vulnerabilidad total de 0.6700, ubicándose en la octava posición nacional (donde el primer lugar representa la menor vulnerabilidad). Al revisar las dimensiones que componen el índice, el mejor puntaje regional se registra en el área de vivienda, mientras que el más bajo corresponde a ingreso ^(6, 7, 9, 10, 54).

Mapa 10: Vulnerabilidad Total Comunas 2009
Región de los Lagos, Vulnerabilidad Total
Comunas 2009

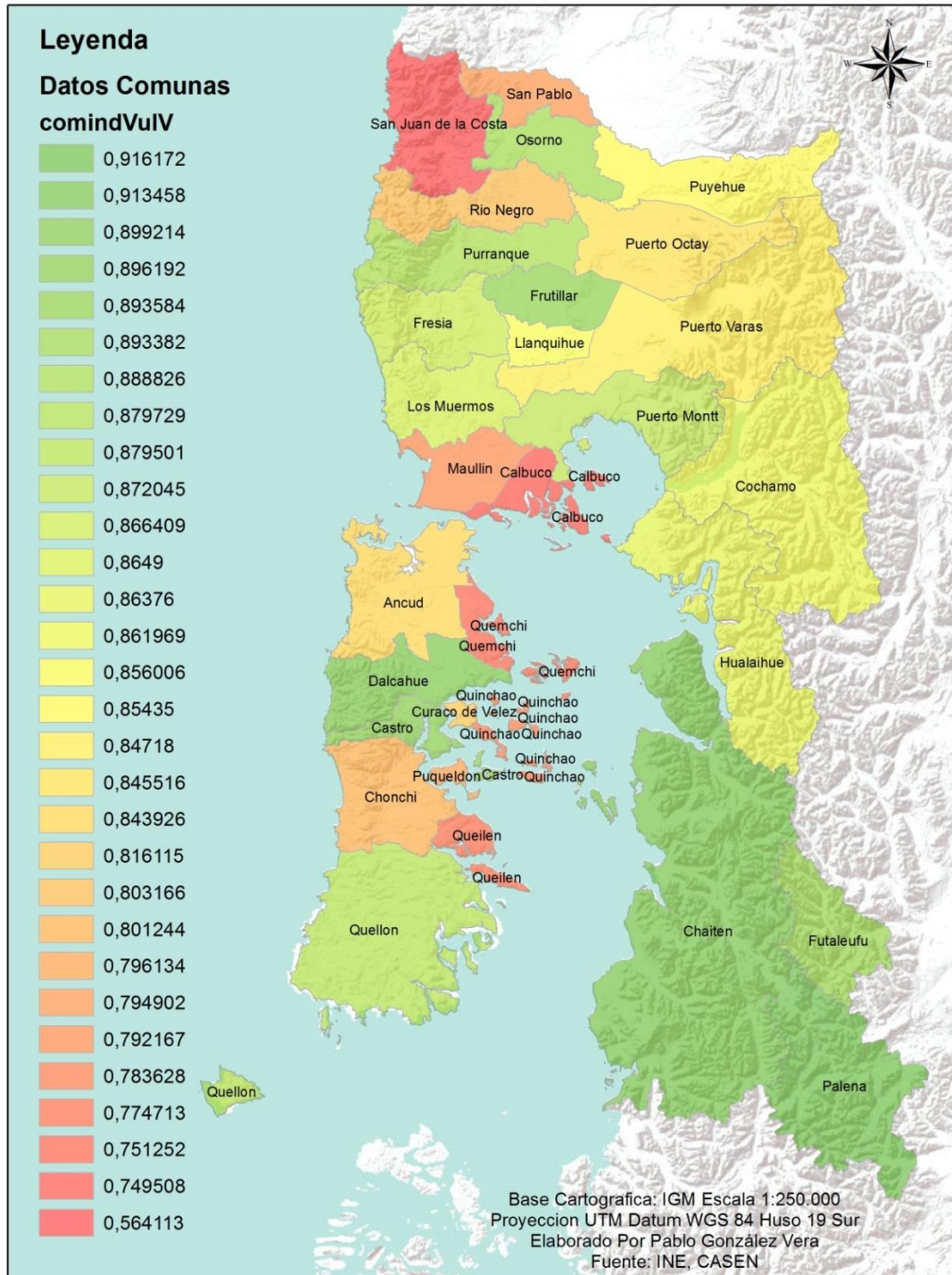


En el Mapa 11 se observa el índice de Vulnerabilidad de la Vivienda para cada comuna de la región. Este índice es definido en base a metodología adaptada del IDH 2003 -2009, con la combinación de los datos de pobreza comunal, ingreso total del hogar, promedio de años de escolaridad, infraestructura de la vivienda y materialidad de esta.

En este contexto la región presenta comunas como San Juan de la Costa, Calbuco y Quenchi, como las tres comunas con mayor vulnerabilidad de viviendas, las que se encuentran muy por debajo del resto de las comunas de la región que se encuentran con un índice de vulnerabilidad de vivienda de regular a bueno ^(6, 7, 9, 10, 54).

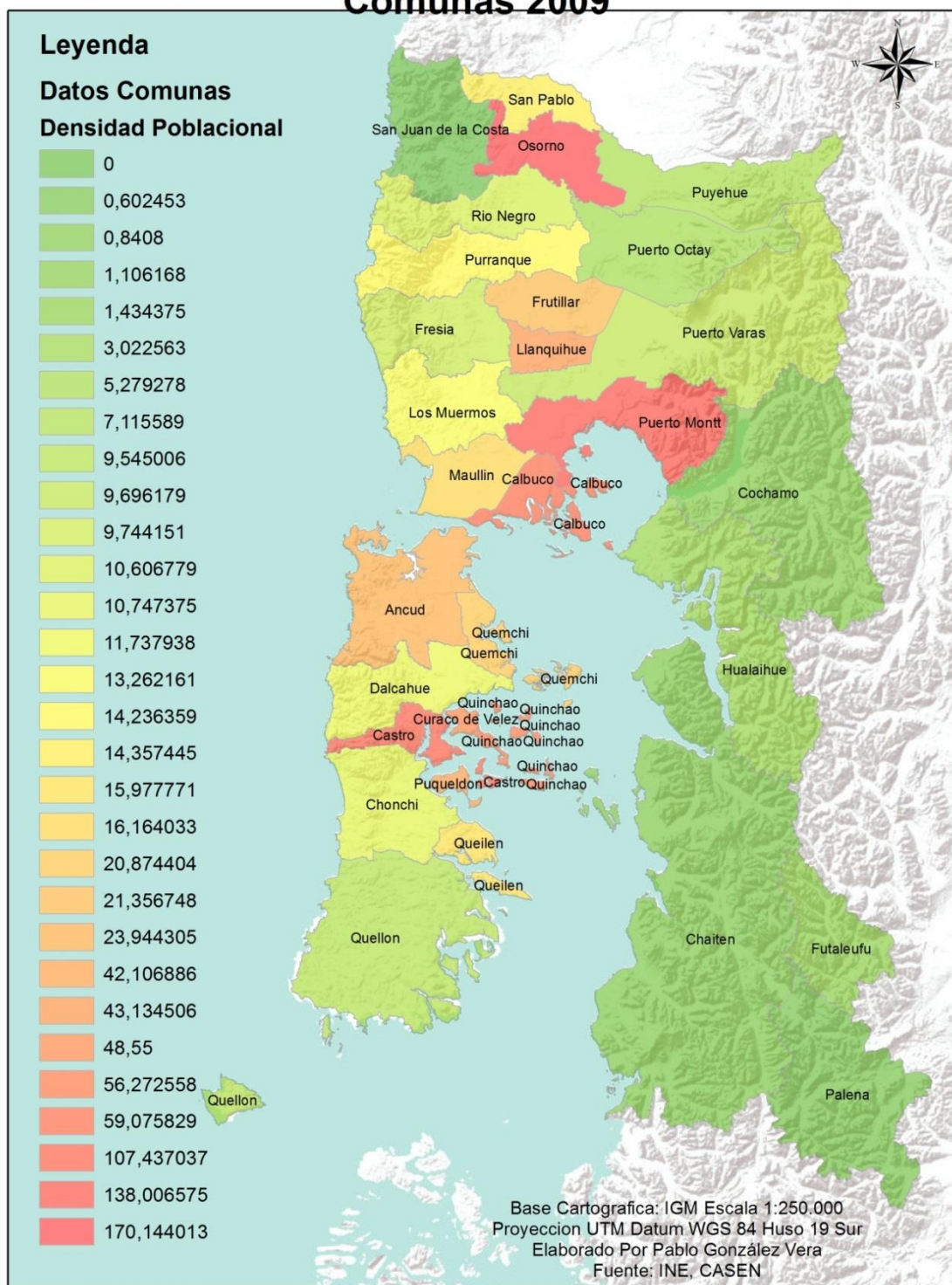
En el mapa 12 apreciamos la distribución de la población a través de la densidad poblacional por comuna, encontrándonos con la mayor cantidad de habitantes en las comunas Puerto Montt, Osorno y Castro ^(6, 7, 9, 10, 54).

**Mapa 11: Vulnerabilidad de las Viviendas
Región de los Lagos, Vulnerabilidad de las Viviendas
Comunas 2009**



Mapa 12: Densidad Poblacional Región de los Lagos

Región de los Lagos, Densidad Poblacional Comunas 2009



Objetivo específico número 3.

Construir una cartografía digital de zonas vulnerables al riesgo en función de la infraestructura poblacional, del sector salud y potenciales amenazas,

Para el **objetivo específico número 3** se han creado una serie de mapas temáticos, tras el análisis de diversas bases de datos, elaboradas específicamente para este análisis, recopiladas desde diversos entes públicos y del análisis de la información en terreno de gran parte de la región de los Lagos.

Con la información antes mencionada se ha logrado establecer zonas críticas en la región ante una emergencia o desastre natural, que serán abordadas en cada mapa temático.

Volcanes

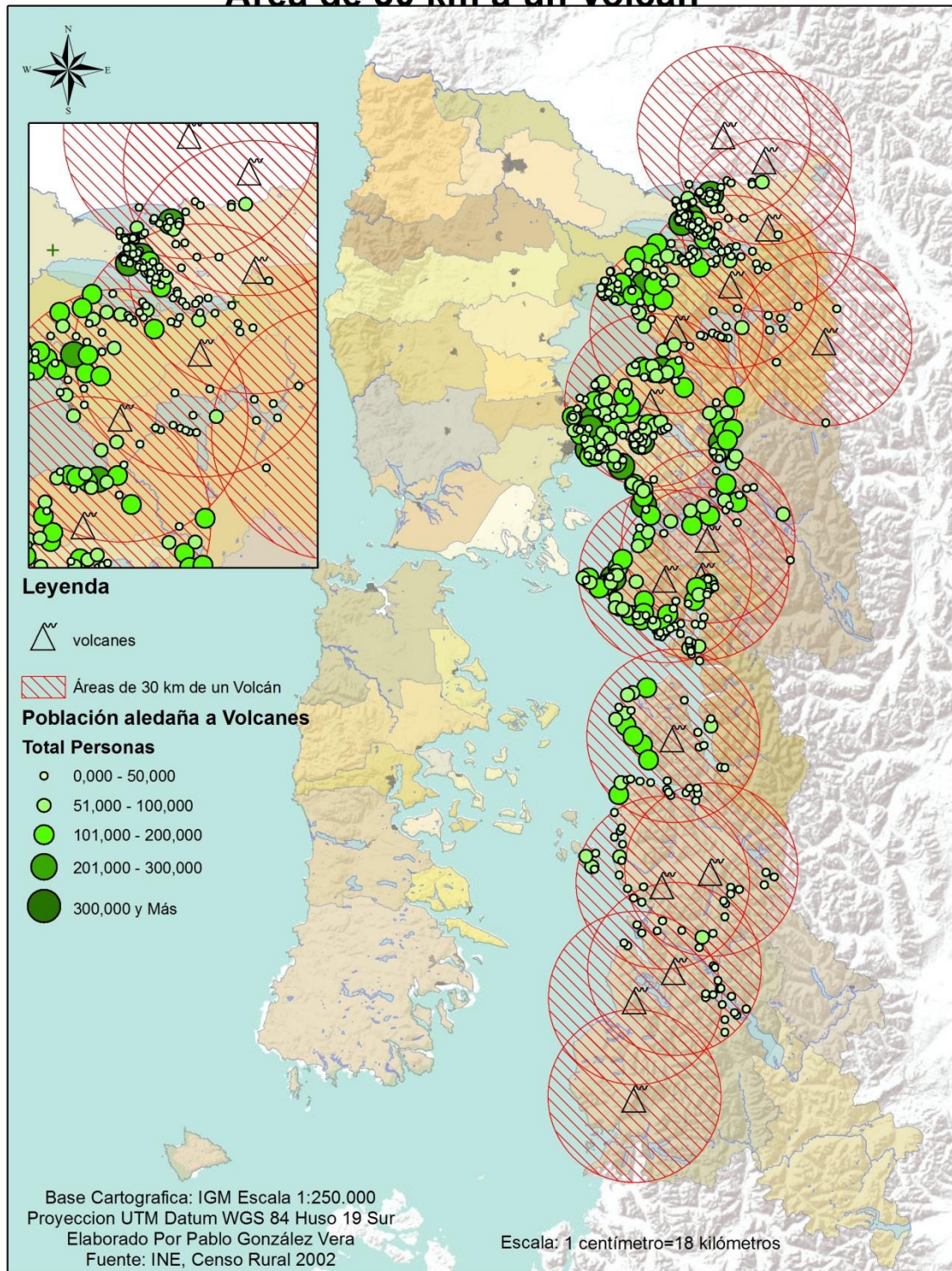
La Región de los Lagos cuenta con un total de 16 Volcanes insertos geográficamente dentro de la región, sin embargo, cuenta con 2 colindantes a la región que son el volcán Puyehue y el complejo volcánico el Cautín, este último hizo erupción el año 2011.

Como se observa en el mapa 13, un total de 14.673 personas, que representan a 1,75% de la población de la región, se encuentran agrupadas en un total de 4049 viviendas, distribuidas en 260 localidades en áreas cercanas a una distancia menor de 30 km de un volcán.

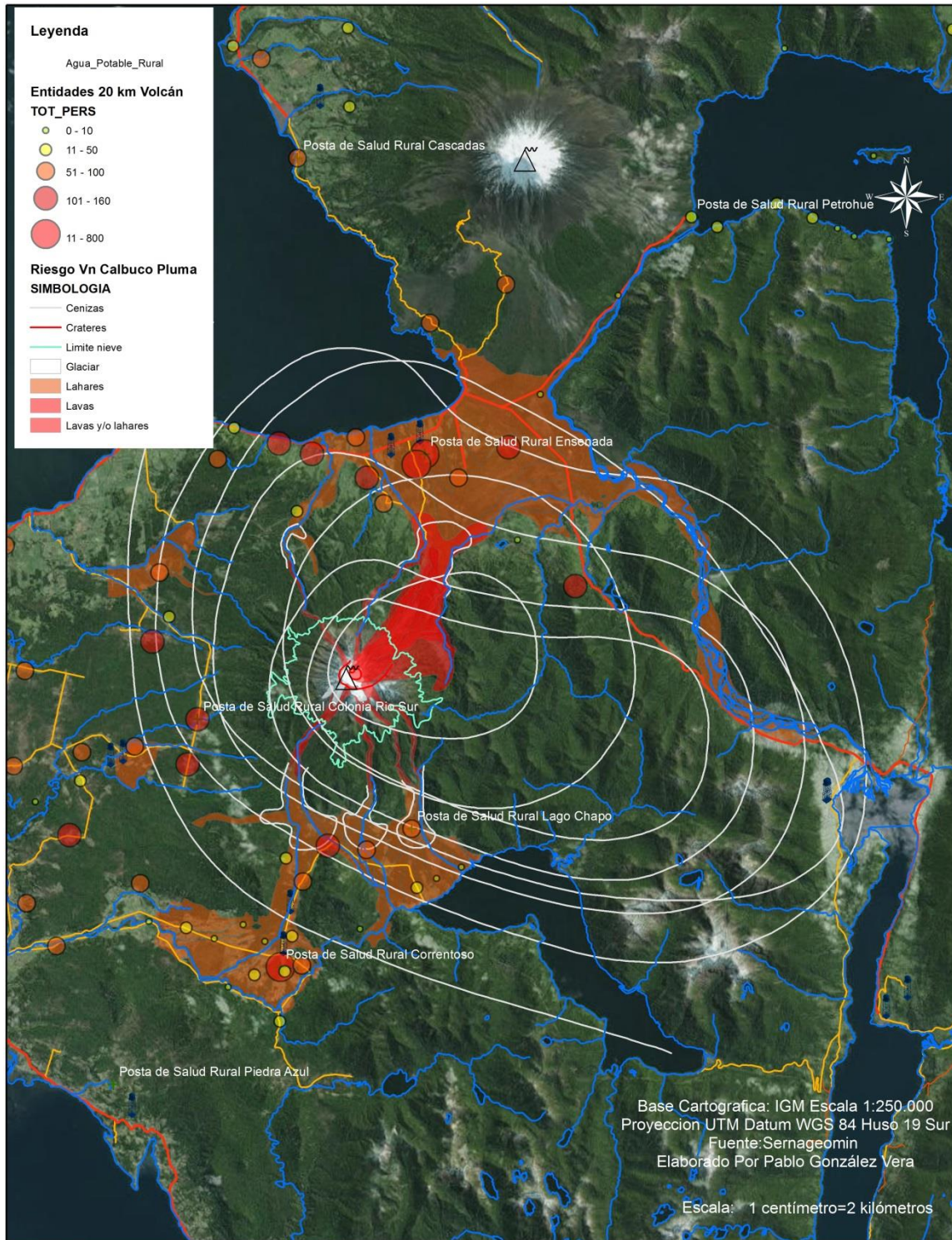
En el Mapa 14, se observa la población cercana al volcán Calbuco en una área de 20 kms, encontrándose en este perímetro 3 postas de salud y una población de 3250 personas.

Mapa 13: Población cercana a un volcán

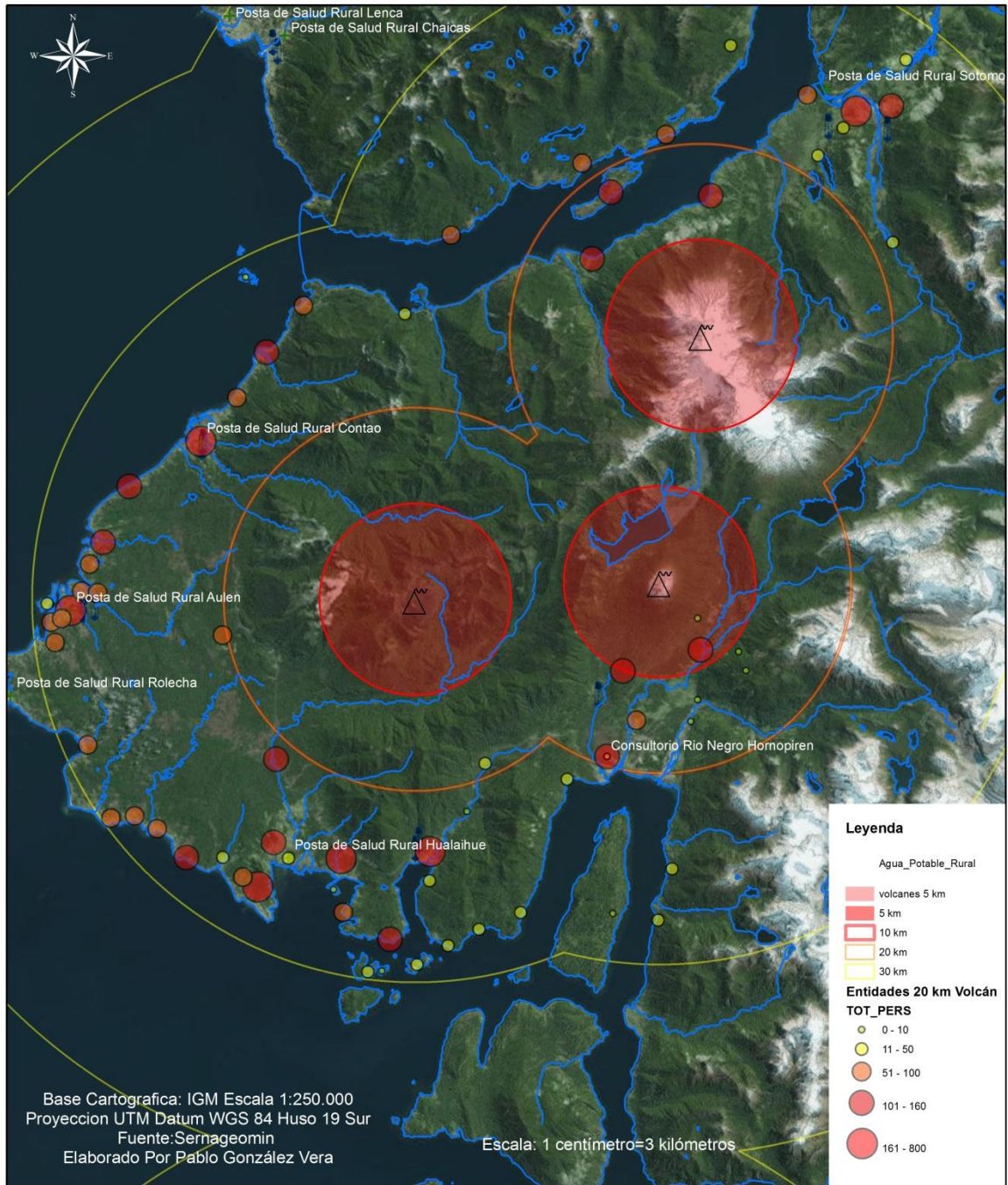
Región de los Lagos, Población Cercana en un Área de 30 km a un Volcán



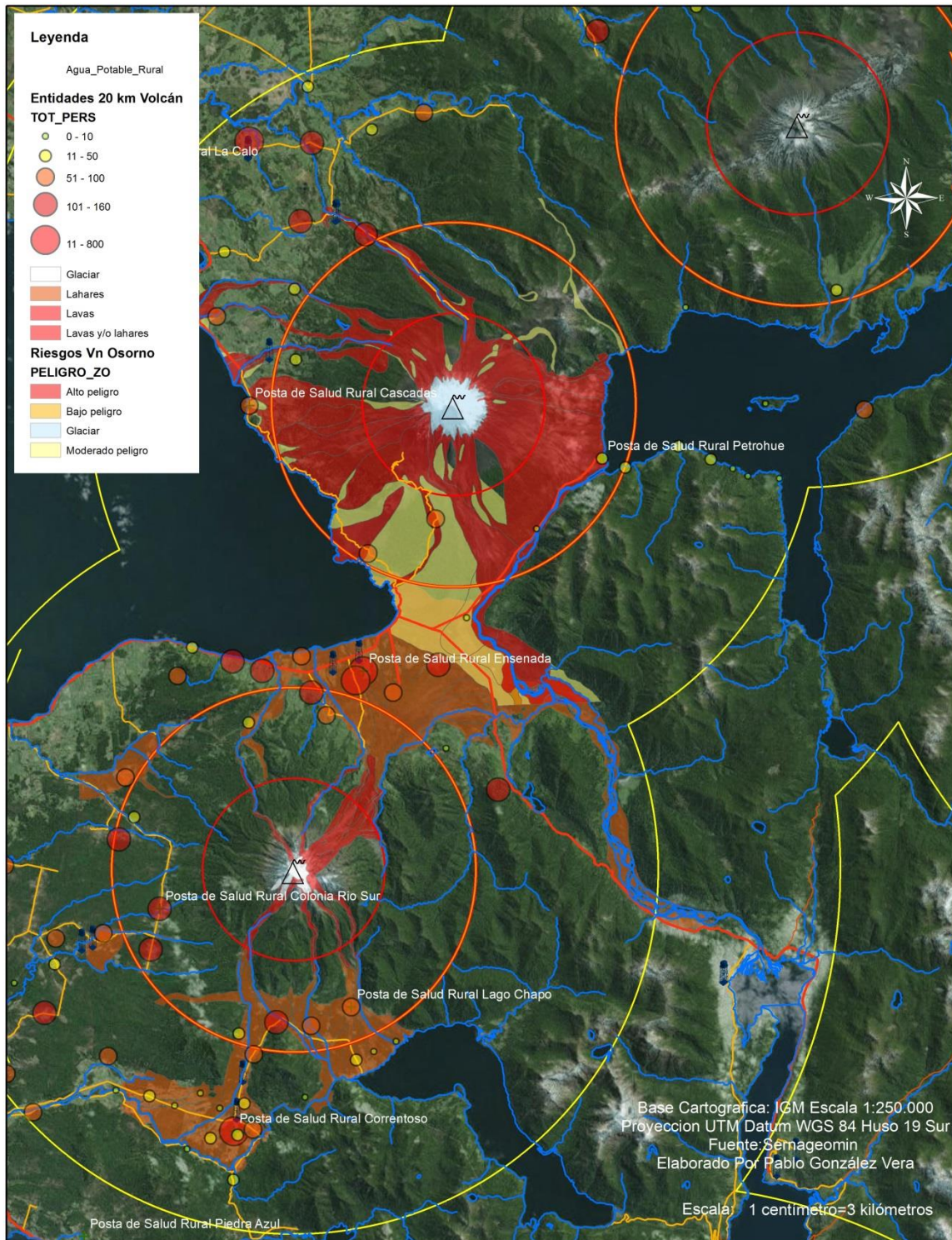
Mapa 14: Población Cercana a 20 Km del Volcán Calbuco riesgo de lahares y dispersión de ceniza, Región de los Lagos.



Mapa 15: Población cercana a volcanes comuna Hualaihue, Región de los Lagos



Mapa 16: Población Cercana a 20 Km de Volcán Osorno y Calbuco riesgo de lahares.

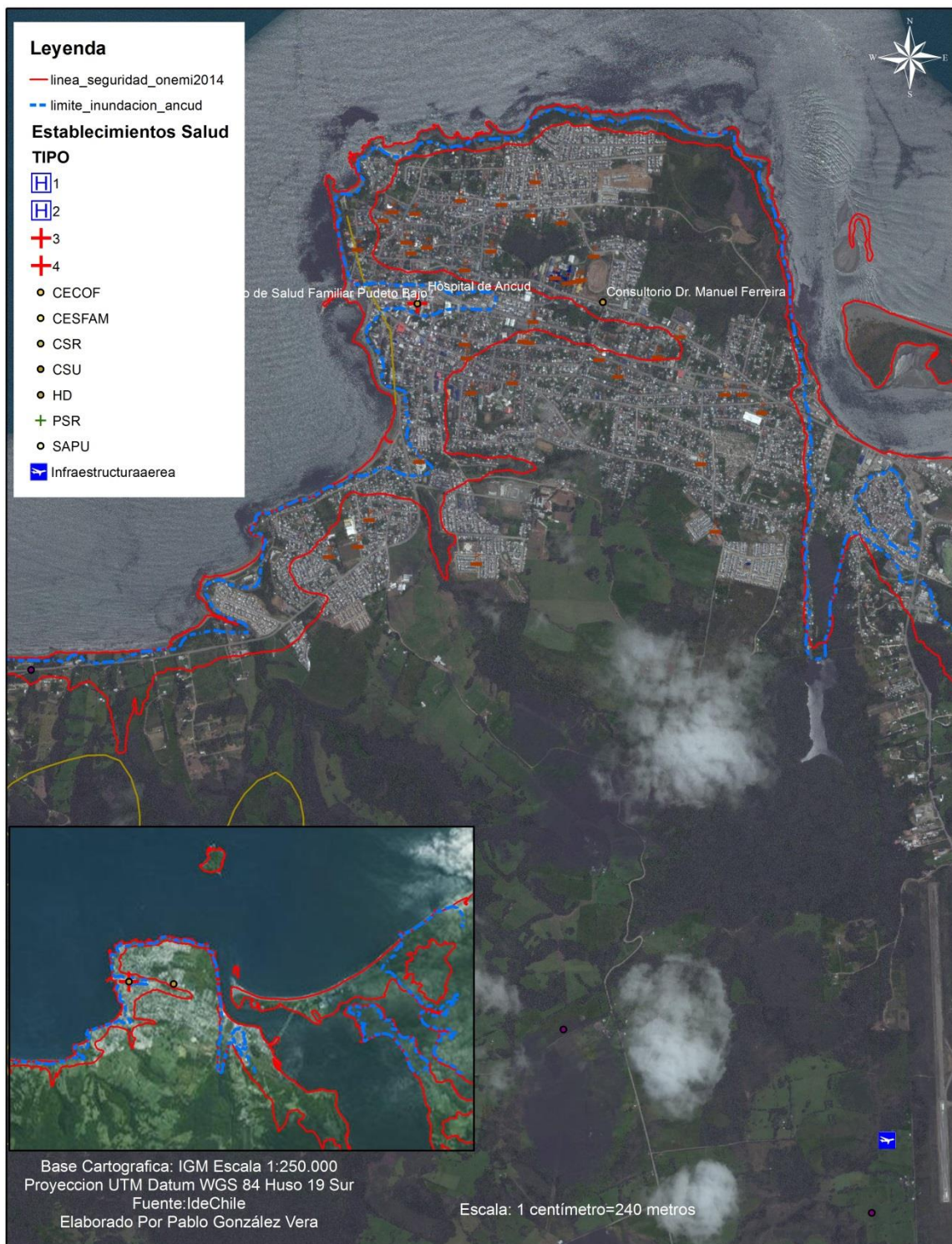


En el mapa 15 se observa la población cercana a 3 volcanes en la provincia de Hualaihue, sus respectivos buffer de influencia de 5, 10, 20 y 30 kms; lo que nos evidencia que a menos de 30 kms cerca de 6 postas de salud rural, Un consultorio general rural. Lo que nos genera una vulnerabilidad en el sector salud.

En el mapa 16 se observan lahares y riesgos volcánicos de los volcanes Calbuco y Osorno con sus respectivos buffer de influencia de 5, 10, 20 y 30 kms, encontrándose poblados con Cascada, Ensenada, Lago Chapo, dentro del área de mayor riesgo de lahares con sus respectivas postas de salud, Se encuentran un total de 7 postas dentro del área de los 30 kms, de los macizos volcánicos. Con una población aproximada de 4700 personas.

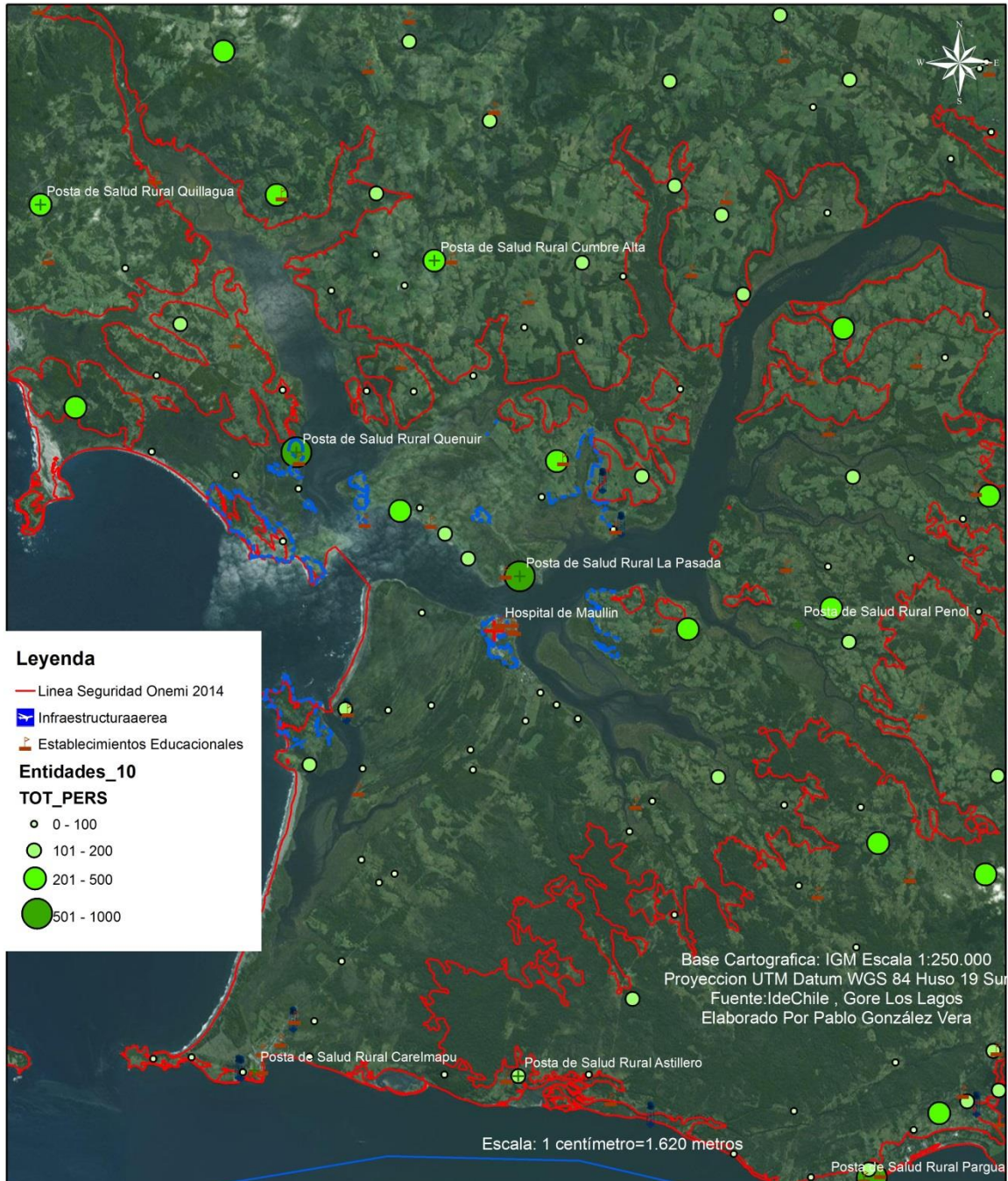
En el Mapa 17, se observa las áreas inundables en la ciudad de Ancud, encontrándonos que el 40% aproximadamente de la ciudad se encuentra bajo la cota de 30 metros sobre el nivel del mar, que es definida como línea de seguridad para Tsunami (línea roja), encontrándonos con 1 hospitales, 2 Cesfam y 1 posta de salud rural dentro de esta área. Por otro lado el área de inundación (línea azul), elaborada según antecedentes de las inundaciones previas, se encuentra un Cesfam en la zona de Ancud en la zona inundable, generando una vulnerabilidad importante del Sector Salud y para la población de la región.

Mapa 17: Áreas Inundables Comuna de Ancud, Región de los Lagos.



Mapa 18: Riesgo de Inundación Comuna de Maullín, Región de los Lagos

Riesgo Inundación Comuna de Maullín Región de Los Lagos



En el mapa 18, se observan las áreas inundables en la ciudad de Maullín al igual, se encuentran bajo la cota de 30 metros sobre el nivel del mar, que es definida como línea de seguridad para Tsunami (línea roja), cabe señalar que gran parte de la población de la comuna de Maullín se encuentra por debajo de la línea de seguridad.

También podemos apreciar la vulnerabilidad de 1 hospitales, y varias Postas de salud rural, que se encuentran dentro del área de inundación (línea azul), lo que genera una vulnerabilidad importante del sector salud y para la población de la región.

Objetivo específico número 4.

Construir Índices de riesgo para emergencias y desastres en la Región de los Lagos.

Para desarrollar **el Objetivo específico número 4**, se realizó la matriz de riesgo para cada uno de los eventos/ amenazas que pudiesen presentar cada una de las comunas de la región de los Lagos, según normativa para la elaboración de Matriz de Riesgo MINSAL 2011 ⁽⁵⁵⁾. Con el objetivo de tener a la vista, de manera fundamentada, las principales amenazas naturales y antrópicas presentes en la región. Lo anterior en atención a lo recomendado por OPS/OMS en la materia *“Para planificar las acciones de preparación del sector salud para situaciones de desastres es fundamental primeramente conocer las principales amenazas y su posible impacto en la localidad, el avance del sector salud en las acciones de*

preparación frente a desastres, las instituciones del sector salud y sus principales recursos”⁽⁵⁵⁾.

Posteriormente se calcularon los índices de vulnerabilidad para cada una de las 30 comunas de la región (vulnerabilidad total, de vivienda, de ingreso, de educación, etc.) según metodología CASEN/MINSAL 2009, priorizándose diversos eventos/amenazas para cada comuna, según sus características geomorfológicas. Paralelamente se efectuó la priorización de eventos/amenazas según matriz de riesgo en la región de los lagos (véase tabla J en anexos)⁽⁵⁵⁾. Todo lo anterior sirvió para calcular cada una de las ecuaciones propuestas para obtener los IRD.

A cada uno de los índices obtenidos en cada una de las ecuaciones, se realizó una estandarización directa, de manera de poder comparar cada uno de los índices obtenidos para cada comuna de la región. Posteriormente se realizó el análisis estadístico, comparación, priorización y categorización tipo semáforo de cada uno de los datos e índices de riesgo, exposición física, vulnerabilidad, para cada uno de los eventos/amenazas y cada una de las comunas (véase tablas K, M, L en anexos)^(25, 55). Posteriormente los resultados obtenidos se convirtieron a formato “.shp”, lo que permitirá visualizarlo en el SIG, y así crear los mapas temáticos respectivos para cada uno de los eventos en la región de los Lagos y sus respectivas comunas, lo cual permitirá desarrollar e implementar el objetivo número 5.

Objetivo específico número 5.

Evaluar y simular a través SIG si el IRD, al ser implementado será efectivo y facilitará la gestión del riesgo en la región de los Lagos.

Finalmente para desarrollar el **Objetivo específico número 5** se convirtieron todos los índices obtenidos en el objetivo 4 a formato “.shp” para implementar el SIG, además se incorporaron todas las bases cartográficas recopiladas de la región y las bases de datos creadas. Finalmente se crearon mapas temáticos con cada uno de los índices creados y que se describen a continuación.

En el mapa 19 se puede apreciar el resultado de la ecuación 1 de riesgo,

$$R = A \times PobExp \times Vul \quad (1)$$

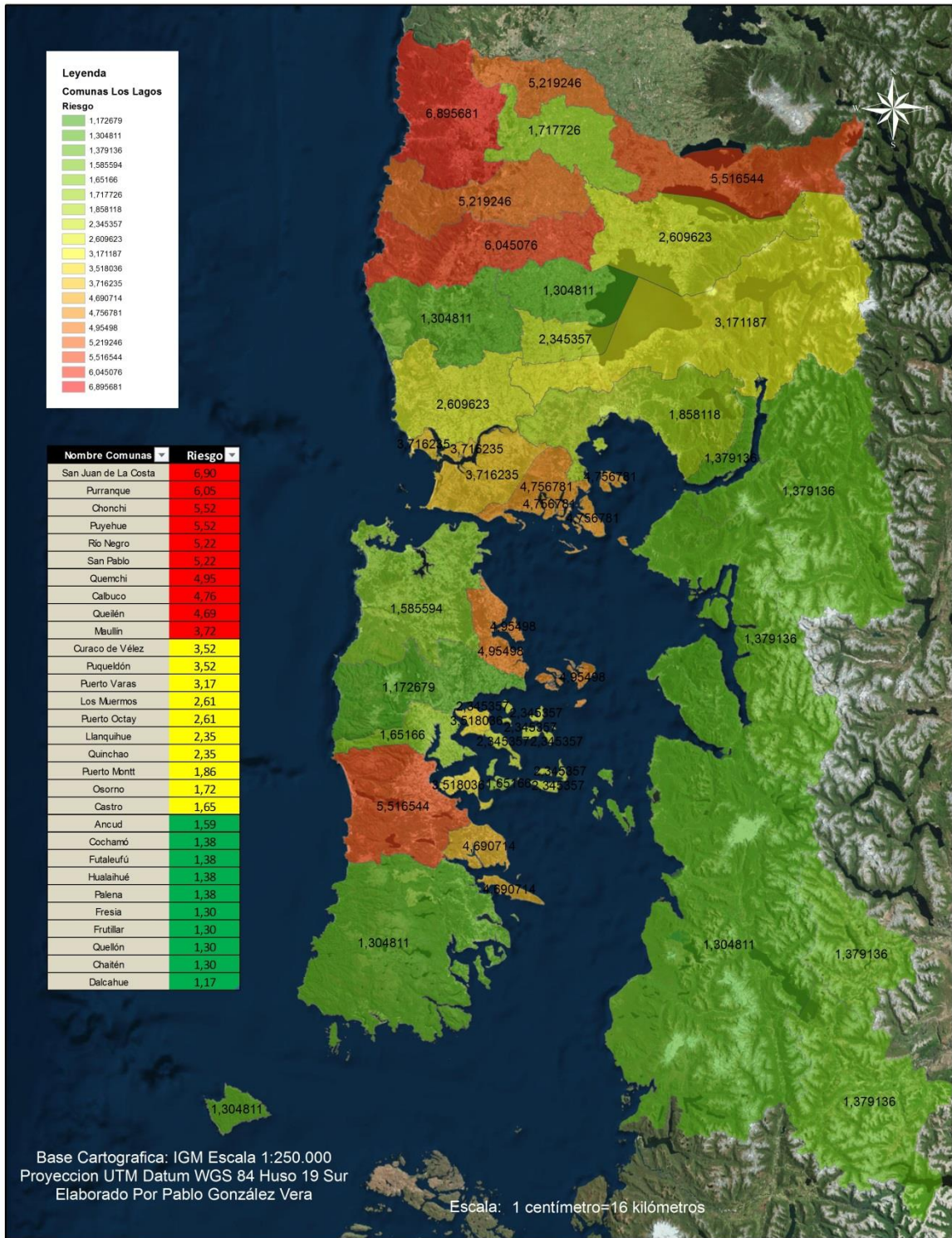
Los resultados fueron estandarizados mediante estandarización directa por la población de la región 2009, con el objeto de poder comparar los índices obtenidos directamente y anular el sesgo de cantidad de habitantes, es así como se obtuvo que la comuna que presentaba un mayor riesgo ante un evento, emergencia o desastre en la región de los lagos era la comuna de San Juan de la Costa (6.09), seguida de las Comunas de Purranque (6,05), Chonchi y Puyehue ambas con un índice de 5,52 y las que presenta un menor riesgo es la comuna de Dalcahue. (Rangos entre 6,90 mayor riesgo a 1,17 menor riesgo, una mediana de 2,48)

Al ver el mapa 19 se puede observar que en la provincia de Osorno, cinco de sus siete comunas se encuentran con un índice de riesgo alto (Rangos de 6, 09 a 5,22) Otras dos en riesgo Mediano Puerto Octay (2,61) y Osorno (1,72). Por lo que

podríamos inferir que la Provincia de Osorno es una de las que mayor riesgo presentan ante una emergencia/desastre.

Las provincias de Reloncaví y Palena son las que presentan un menor riesgo ante un evento, emergencia o desastres según la ecuación 1.

Mapa 19: Ecuación 1 Riesgo, estandarizado directamente por la población Regional 2009

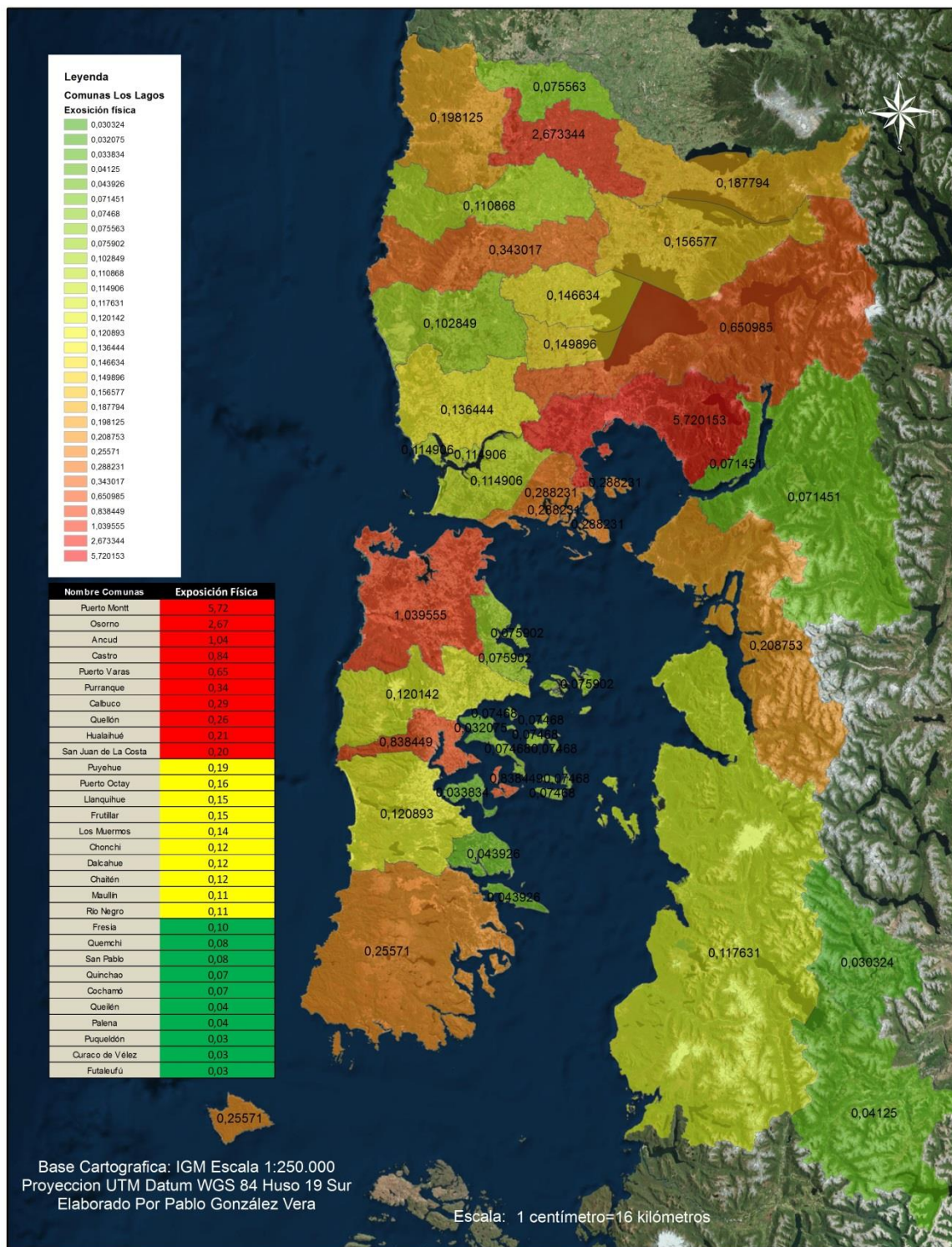


Al aplicar la ecuación 2, de exposición física se aprecia en el mapa 20 que las comunas con mayor afectación debido a la cantidad de población expuesta ante un evento, emergencia o desastre serian Puerto Montt (5,72), Osorno (2,67), Ancud (1,64), cabe señalar que la comuna de San Juan de la Costa, pese a tener una población muy pequeña en comparación al resto de la región se ubica en el puesto 10 con un índice de exposición física de 0,20. (rangos exposición física entre 5,72 a 0,03 con una mediana de 0,13).

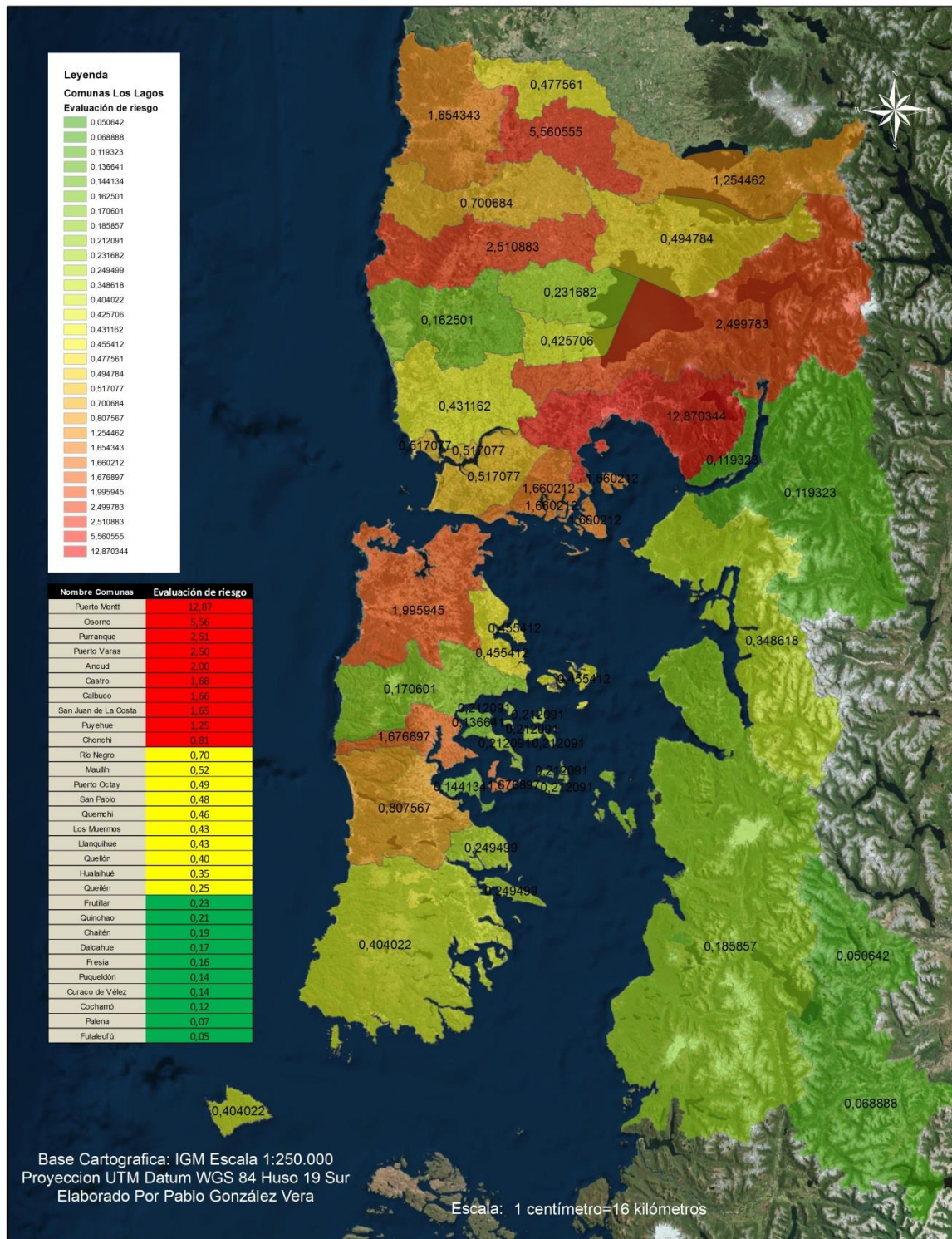
En la ecuación 3, de evaluación de riesgo total (mapa 21), en donde se evalúan todos los factores de vulnerabilidad, matrices de riesgo implementadas, exposición física, población expuesta, frecuencia de eventos se obtiene que las tres primeras comunas con un mayor riesgo ante evento o desastres en la región son Puerto Montt (12,87) Osorno (5,56) y Purránque (2,51), las que están dentro de las comunas con mayor población de la región, sin embargo, nuevamente se destaca dentro de las diez primeras, específicamente en el puesto 8 la comuna de San Juan de la Costa con un índice de riesgo total estandarizado de 1,65 pese a tener la menor población de la región, se encuentra muy por sobre las otras comunas. (rangos evaluación de riesgo total 12,87 a 0,05 con una mediana de 0,44)

Las comunas de la provincia de Palena, se encuentran dentro de las comunas con un menor riesgo según este índice, sin embargo, no exentas de ellos. Hay que destacar que en estas comunas las características de habitabilidad y vivienda debido a condiciones climáticas extremas son superiores al resto de la región.

Mapa 20: Ecuación 2 exposición física estandarizado directamente por la población Regional 2009.



Mapa 21: Ecuación 3 evaluación de riesgo estandarizado directamente por la población Regional 2009.



8. DISCUSIÓN

En nuestro país se registra un creciente aumento en el número de emergencias y desastres, de acuerdo con bases de datos internacionales del Centro para la Investigación de la Epidemiología de los Desastres (CRED), en Chile se registra un aumento exponencial en el número de desastres y se puede pronosticar que en los años venideros nuestro país tendrá al menos un desastre por trimestre ⁽⁵⁶⁾.

Esto ha quedado de manifiesto en los últimos años, no quedando exenta la Región de los Lagos presentando emergencias tanto por causas naturales como antropogénicas ⁽¹⁾.

La ocurrencia de emergencias o desastres está determinada por una multiplicidad de factores que involucran una compleja interacción de ellos. Son principalmente aquellos relacionados con factores biopsicosociales del entorno, estructurales y condiciones geográficas de cada entidad que actúan y definen el comportamiento de la emergencia respecto al tiempo y espacio de los distintos territorios afectados ^(20, 23, 25). Todo lo anterior hace que las emergencias o desastres en cada territorio de presentación sean distintas, ya que si bien, la intensidad de los eventos son similares para cada región o territorio, su afectación no es similar ^(12, 16, 17). Son bastante conocidos aquellos factores ligados a la interacción del riesgo, la influencia de las variables ambientales, geográficas, estructurales, demográficas

contribuyen al aumento de la vulnerabilidad ante una emergencia o desastres (22, 25).

Para el Sector Salud la ocurrencia de estas emergencias constituye un evento de importancia, con múltiples consecuencias para nuestro sector, debido a la multiplicidad de factores y al impacto en la salud de las personas que cada emergencia causa (57).

Diversos son los impactos de las emergencias y desastres en salud, respecto de su comportamiento, duración, territorio afectado, población afectada, etc. Si bien, en el mundo existen estudios de índices de riesgo aplicados a emergencias y desastres, ninguno de ellos utiliza sistemas de información geográfica; es por ello que en esta tesis se aborda el uso de índices de riesgo propuesto en la literatura, con el uso de Sistemas de información geográficos, lo que nos permitió caracterizar a aquellas zonas que presentan una mayor vulnerabilidad en la región de los Lagos ante una emergencia. (12, 16, 17, 20, 23, 25).

Existen otros estudios respecto a la influencia de las variables sociales en las emergencias y desastres, los cuales establecen una correlación positiva entre factores socioeconómicos, (vulnerabilidad social) y el impacto de determinada emergencia o desastre en la población, siendo este último un factor explicado por el aumento de la urbanización, incluida la creciente concentración de personas en asentamientos urbanos no planificados y en las zonas costeras expuestas, la pobreza, la materialidad de las viviendas, y la insuficiente atención a la evolución

de patrones de riesgo, están colocando a más y más gente en lugares propensos a los desastres (13, 14, 20, 21, 25, 59).

Para elaborar los índices de riesgo para emergencias o desastres se utilizan distintas técnicas, las basadas en la vulnerabilidad de viviendas y vulnerabilidad total están validadas y son recomendadas por la OPS y utilizan la incorporación de variables estructurales, ambientales y geográficas. Sin embargo, estos índices no permiten estimar con exactitud el real riesgo de una población expuesta, debido a que se basan en características de vulnerabilidad sociodemográficas de cada entidad (25). Si existiese un registro histórico con las emergencias y desastres de cada una de las zonas afectadas, agregando información de diversa índole estructural, composición de suelos, volcánica, etc. podríamos determinar de mejor manera el impacto en la población expuesta. (20, 23, 26)

La integración de la información territorial, a toda escala requiere experticia y conocimiento en la sistematización de la información, levantamiento y recolección de datos con cierta periodicidad, dicha recolección debe ser realizada mediante protocolos consensuados y estandarizados que nos permitan una recolección de datos uniformes y comparables para una posterior validación de cada dato con el fin de obtener el apoyo del SIG como herramienta de diagnóstico para la toma de decisiones (19, 23, 25, 29, 38, 39, 41, 42).

Respecto a los índices obtenidos existe evidencia que al incorporar otros tipos de variables como tipo, uso de suelo, antecedentes históricos de desastres, etc. Estos índices tendrían una mayor precisión. Estos últimos factores comprenden

los esfuerzos que dedican varios países a estar mejor preparados para hacer frente a los desastres y mitigar sus efectos, y en algunos casos para actuar en casos de desastres y reducir sus riesgos. Sin embargo, con miras a la gestión y la reducción del riesgo de desastre, será necesario establecer cambios en las políticas y la planificación del desarrollo en el ámbito nacional, regional y local con un enfoque territorial ^(25, 41, 43).

Para respaldar el cambio con buena información, será necesario definir indicadores e índices del nivel de riesgo que enfrenta cada uno de los territorios a nivel local ^(45, 63, 65). Acompañado de la buena gobernabilidad y participación, estado de derecho, transparencia, capacidad de respuesta, orientación al consenso, equidad, eficacia, eficiencia, rendición de cuentas y visión estratégica que son fundamentales para el desarrollo sostenible y la reducción del riesgo de desastre ^(12, 13, 16, 25, 27).

La formulación del IRD con un nivel nacional de observación y un nivel local de resolución, que permita reconocer y explicar los riesgos y la vulnerabilidad con territorialidad, tiene un potencial enorme para apoyar la planificación nacional, regional y local del desarrollo con minimización del riesgo ^(20, 25).

Este trabajo permite mostrar el uso de los Sistemas de información Geográfico, como una herramienta analítica y de apoyo para la gestión del riesgo en salud frente a una emergencia o desastres con un enfoque integral de las diversas vulnerabilidades de la población de la región de los Lagos ^(20, 25, 26, 44, 45).

Es así como logramos definir que las zonas más vulnerables de la región ante un evento o desastre, no son necesariamente las que tienen una mayor población ^(5, 8, 25). Sino las comunas que presentan una mayor vulnerabilidad social, caracterizada por índices de pobreza y analfabetismo elevados, asociados a viviendas precarias.

Donde se puede establecer que existe una correlación entre el Índice de Riesgo y los factores asociados a la vulnerabilidad social y a la ocurrencia de una emergencia o desastre obteniéndose resultados que evidencian la vulnerabilidad y riesgo de determinadas comunas de la región, datos consistentes con la realidad ocurrida en emergencias previas acontecidas en la región.

Encontrándonos con comunas como es el caso de San Juan de la Costa una de las comunas más vulnerables del país, y que ha sido fuertemente afectada en emergencias previas, validando así la información obtenida a través del Índice de Riesgo.

A su vez tenemos otras comunas de la provincia de Osorno que pese a no encontrarse dentro de las más vulnerables del país, si han presentado evidente vulnerabilidad en eventos previos lo que se corrobora en el mapa 19.

Pese a conocer el riesgo y las vulnerabilidades en esta provincia lamentablemente no se ha trabajado para disminuir este riesgo a través de una adecuada gestión para la mitigación del riesgo en la provincia de Osorno.

En el mapa 20 ecuación de exposición física, vemos que las comunas con mayor población de la región estarían dentro de las más afectadas ante un emergencia o

evento, lo cual es directamente proporcional a su cantidad de habitantes, sin embargo, nuevamente nos encontramos a la comuna de San Juan de la Costa (puesto 10) dentro de las que tendría un mayor riesgo según la ecuación de explosión física, pese a tener una de las poblaciones más pequeñas de la región.

Finalmente con la ecuación 3 de riesgo total estandarizado, nuevamente tenemos a la comuna de San Juan de Costa (lugar 8) evidenciando el riesgo que esta expuesta esta comuna y nuestro país.

Limitaciones.

Si bien, la región de los Lagos ha sido unas de las regiones, que ha presentado diversas emergencias en los últimos años, aún no cuenta con un sistema de gestión de la información estable, permanente y actualizada. Sobre todo en datos poblacionales, ambientales, epidemiológicos, que permitan dar una adecuada respuesta a las emergencias y desastres presentados ⁽¹⁾.

En relación a la recolección de datos, las variables utilizadas corresponden a datos secundarios y aunque son datos oficiales no es posible asegurar completamente la correcta aplicación de la metodología utilizada para su obtención, debido a que son recolectados con un fin distinto a la investigación y por lo general responden a necesidades básicas de información, por lo que suelen carecer de rigor científico. Además puede ocurrir que las personas que realicen esta recolección no estén capacitadas completamente. ^(5, 6, 7, 8, 9, 10).

Debido a esto la información de los índices de riesgo creados en base a la bibliografía ⁽²⁵⁾, si bien son una propuesta para la gestión del riesgo en

emergencias y desastres, al no contar con información validada, actualizada y corroborada permanentemente por un equipo técnico, solo nos permiten tener una aproximación del riesgo y vulnerabilidad de cada una de las 30 comunas de la región de los lagos ^(5, 8).

En base a lo mencionado anteriormente, en la región de los lagos no se dispone de base de datos georreferenciadas actualizadas, con datos de interés de salud pública que permitan hacer análisis geo estadísticos, descriptivos que ayuden a crear los índices y posibles riesgos potenciales para la salud en cada una de las comunas. Motivo por el cual se usaron bases secundarias y creación propia; con la finalidad de poder crear los índices de riesgo para la región.

Aportes y Fortaleza

Este estudio corresponde al primero de este tipo realizado en la región de los lagos para describir emergencias y desastres a nivel comunal y regional con análisis de riesgo y vulnerabilidad ante una emergencia o desastre ^(20,25). Esto implica que no existen estudios previos o similares en la región, es por ello la poca cantidad de datos acumulados con que se cuenta, este es el primer estudio que puede incluir una serie de datos biosociodemográficos, de salud y estructurales que nos permitan describir el comportamiento de los índices y explorar las posibles interacciones de las variables ocupadas ^(17, 20).

A través de los Índices presentados se pueden realizar inferencias respecto a las variables y sus interacciones, sin embargo, es necesario contar con una serie de datos sociodemográficos, geográficos, estructurales y de salud previamente

actualizados y validados para establecer indicadores con mayor soporte estadístico que logren dar una mejor explicación al riesgo de vivir en una zona determinada u otra de la región. (3, 15, 24, 25, 29)

La presentación de datos con SIG, es una herramienta novedosa visualmente atractiva y de fácil interpretación. En esta tesis además del componente descriptivo existen ciertos análisis que se pueden llevar a cabo con este tipo de herramientas como es la aplicación de estudios de correlación geográfica, cluster, Buffer, análisis de proximidad, análisis de densidad y heterogeneidad espacial. Además de crear índices y fórmulas para cada evento, dejando en evidencia fenómenos que no pueden determinarse con análisis estadísticos clásicos (14, 20, 25, 29, 53)

También es importante mencionar que el uso de bases de datos secundarias no es común en el ámbito nacional. A pesar de las debilidades que estas puedan tener, constituyen una fuente primordial de gran relevancia para la investigación.

9. CONCLUSIONES

El uso de los SIG como herramienta para la toma de decisiones fortalecería y ayudaría en la mitigación del riesgo, así como podría ser utilizado en el diagnóstico, preparación, como en la evaluación de la respuesta ante una emergencia y de los procesos de salud en la región de los Lagos, es por ello que se sugiere la implementación de SIG para la gestión del riesgo en salud asociado a catástrofes.

Una vez implementado el SIG será más fácil coordinar las acciones ante determinado evento, emergencia o desastre en la región, al contar con una herramienta para la gestión de la información ante una emergencia o desastre.

Permitiendo en primer lugar almacenar, gestionar y analizar una gran cantidad de información espacial y temática que ha permitido realizar un estudio exhaustivo del tipo de datos disponibles, su distribución, evolución y las relaciones existentes entre ellos.

Tras la implementación de los IRD en la región destaca otra hipótesis que es que a menudo, las personas y las comunidades más vulnerables a las amenazas naturales también son vulnerables a otros tipos de peligro. Es por ello que debe implementarse en nuestro país y región una política de reducción de riesgo tomando en consideración estrategias que reduzcan la vulnerabilidad social frente a las amenazas, debido a que tras la aplicación en este trabajo se ha llegado a la conclusión que las comunas con mayor vulnerabilidad, son las comunas que presentan un mayor riesgo ante un evento, emergencia o desastre.

Con la esta metodología se ha demostrado que se trata de un método apto para integrar en un SIG, por el requerimiento de trabajar con abundante información gráfica, así como por la necesidad de las herramientas de análisis espacial del SIG para obtener numerosos parámetros gráficos en forma expedita.

Los SIG, son una herramienta de gran utilidad, versátil, que contribuirá adecuadamente al análisis de gestión del riesgo, así como a muchas otras áreas del sector salud, sin embargo, este necesita una recopilación, levantamiento de información, actualización permanente de información solo de esta manera podremos vivenciar su impacto en nuestra gestión del riesgo.

El IRD es una buena herramienta estadística para el análisis de riesgo ante eventos, emergencias o desastres. Obteniéndose resultados concluyentes y categóricos que presentan un alto grado de fiabilidad.

Si se integrará mayor cantidad de datos como información de tipos de suelo, eventos previos, número de muertes en estos eventos, intensidad de los sismos, área de afectación, etc., podríamos contar con un modelo de gestión del riesgo integral para la región de los lagos basado en SIG.

Finalmente, se concluye que para considerar reducción de riesgo en torno a una población son necesarios y fundamentales 3 pasos:

1. Reunir información con datos validados y actualizados.
2. Diseñar herramientas de planificación y análisis de esta información.
3. Propiciar e instaurar una política de gestión del riesgo.

Propuestas

Como propuesta, tras la ejecución de este trabajo se dejan creadas bases de datos georeferenciadas con información relevante y actualizada para el sector salud de la región de los Lagos, como son establecimientos de salud de la región, abastos de agua potable rural (APR), abastos de agua particulares, albergues, alimentos, residuos, químicos, rellenos sanitarios, vectores, salud ocupacional, epidemiología, etc. Las cuales ayudaran a implementar un SIG como herramienta de análisis y gestión de la información ante una emergencia y desastre. Por otra parte, se sugiere la implementación de los índices de riesgo creados para la Región de los Lagos, actualizando permanentemente los datos biosociodemográficos.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Fuente: Elaboración propia en base a “Terremotos en Chile Historia” <http://www.angelfire.com/nt/terremotos/chilehistoria.html> Visitado 07/07/2011
2. Adaptado Guía de Vigilancia Epidemiológica en Emergencias y Desastres, Minsal/OPS 2010, Subsecretaría de Salud Pública, División de Planificación Sanitaria, Departamento de Epidemiología.
3. Noji EK. Disaster epidemiology: challenges for public health action. J Public Health Policy 1992;13: 332-40.
4. Arcos González Pedro Ignacio, Castro Delgado Rafael, Busto Prado Francisco del Desastres y salud Pública: Un abordaje desde el marco teórico de la epidemiología. Rev. Esp. Salud Pública [revista en internet]. 2002 Mar [citado 2012 Jul 10]; 76(2): 121-132. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272002000200006&ing=es visitado 07/07/2012
5. Proyecciones de Población, Instituto Nacional de Estadísticas Chile http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/demografia_y_vitales/demo_y_vita.php visitado 09/09/2011.
6. Cálculo en base a datos Instituto Geográfico Militar e INE estimaciones 2010
7. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Proyecciones de población. 2010 <https://cse.google.com/cse?cx=012848251195989658681%3Abeo8izykfuy&ie=ISO-8859-1&ie=ISO-8859-1&q=proyecciones+poblacion#gsc.tab=0&gsc.q=proyecciones%20poblacion&gsc.sort=>
8. SUBDERE. Actualización estudio diagnóstico y propuesta para territorios aislados. Mayo 2008 visitado 07/07/2012 <http://www.subdere.gov.cl/documentacion/actualizaci%C3%B3n-estudio-diagn%C3%B3stico-y-propuesta-para-territorios-aislados-mayo-2008>
9. Cálculo en base a datos INE. 2010
10. Encuesta Casen 2006 – 2009. http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen/casen_usuarios.php

11. Cerda L Jaime, Valdivia C Gonzalo, Valenzuela B M. Teresa, Venegas L Jairo. Cambio climático y enfermedades infecciosas: Un nuevo escenario epidemiológico. Rev. chil. infectol. [revista en la Internet]. 2008 Dic [citado 2011 Nov 17]; 25(6): 447-452. Visitado 09/09/2011 Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-0182008000600006&lng=es.doi:10.4067/S0716-10182008000600006
12. Los desastres naturales y la protección de la salud Visitado 09/09/2011. Disponible en http://new.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&task=view&id=653&Itemid=1&lang=es
13. Wilches-Chaux, Gustavo, La vulnerabilidad global en Maskrey, Andrew (Ed.), 1993, Los desastres no son naturales, LA RED, Bogotá, Colombia.
14. Manual de evaluación de daños y necesidades en salud para situaciones de desastres. Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/dd/ped/edan.htm> Visitado 07/07/2011.
15. Gobierno de Chile. Plan Nacional de Protección Civil, Instrumento Indicativo para la Gestión Integral Decreto N° 156, 12 de marzo de 2002. Anexo 4 pág. 27
16. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Preparativos de Salud para Situaciones de Desastres – Serie manuales y Guías sobre Desastres, N°3 – Guía para el Nivel Local. Washington D.C., 2003. Disponible en: <http://helid.desastres.net/en/d/Js3072s/11.html> Visitado 07/07/2011
17. Acción sanitaria en relación con las crisis y los desastres. Conferencia de la OMS sobre los aspectos sanitarios del desastre provocado por los maremotos en Asia (Phuket (Tailandia), 4 a 6 de mayo de 2005): informe resumido
18. Thacker SB, Berkelman RL. Public health surveillance in the United States. Epidemiol Rev. 1988; 10: 164-190.
19. FOCUS on Field epidemiology. Enfoque en Epidemiología de Campo Introducción a la Vigilancia en Salud Pública Introducción a la Vigilancia en Salud Pública. Vol. 5 N° 5. Visitado 09/09/2011. Disponible en: http://cphp.sph.unc.edu/focus/vol5/issue5/5-5IntroSurveillance_espagnol.pdf
20. Sistemas de Información Geográfica en Salud, Conceptos Básicos. Organización Panamericana de Salud. Washington D.C.: OP- 2002
21. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Vigilancia epidemiológica sanitaria en situaciones de desastre: Guía para el nivel local. Serie

Manuales y Guías sobre Desastres, N° 2. Washington D.C., 2002. Visitado 08/07/2011 Disponible en: www.paho.org/spanish/dd/ped/vigep_des.htm

22. Arcos González, Pedro Ignacio; Castro Delgado, Rafael y Busto Prado, Francisco del. Desastres y salud pública: Un abordaje desde el marco teórico de la epidemiología. Rev. Esp. Salud Pública [online]. 2002, vol.76, n.2, pp. 121-132. ISSN 1135-5727.
23. Lechat MF. Disasters: a public health problem. Workshop on health aspects of disaster preparedness, Oct 15-20, 1984, Trieste. Brussels: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters; 1984.
24. FOCUS on Field epidemiology. Enfoque en Epidemiología de Campo Introducción a la Vigilancia en Salud Pública Introducción a la Vigilancia en Salud Pública. Vol. 5 N° 4. Visitado 09/09/2011. Disponible en: http://cphp.sph.unc.edu/focus/vol5/issue4/5-4IntroSurveillance_espanol.pdf
25. La Reducción de riesgos de desastres. Un desafío para el desarrollo, Un informe mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Dirección de Prevención de Crisis y de Recuperación Disponible www.undp.org/bcpr, visitado 04/07/2011
26. Western K. The epidemiology of natural and man-made disasters: the present state of the art (dissertation). London: University of London; 1972.
27. Lechat MF. Updates: the epidemiology of health effects of disasters. Epidemiol Rev 1990; 12:192-7.
28. Toole MJ, Waldman RJ. Refugees and displaced persons: war, hunger and public health. JAMA 1993;270:600-5
29. Glass RI, Noji EK. Epidemiologic surveillance following disasters. In: Halperin W, Baker EL, editors. Public Health Surveillance. New York: Van Nostrand Reinhold; 1992. p.195-205.
30. UNDP/UNDRO Disaster Management Training Programme. An overview of disaster management. 2nd. ed. New York: UNDP/UNDRO; 1992.
31. El terremoto y Tsunami del 27 de febrero en Chile. Crónica y lecciones aprendidas en el sector salud. Publicación de la PAHO y Minsal 2010 Visitado 09/09/2011. Disponible en <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc18151/doc18151.htm>
32. Seaman J, Leivesley, Hogg C. Epidemiology of natural disasters. New York: Karger; 1984.

33. World Health Organization. Communicable diseases after natural disasters. *Wkly Epidemiol Rec* 1986;11:1479-81.
34. UNA-USA Policy Studies Panel on International Disaster Relief: acts of nature, acts of man. The global response to natural disasters. New York: UNA-USA; 1977.
35. Ville de Goyet C, Lechat MF. Health aspects of natural disasters. *Trop Doct* 1976;6:152-7.
36. Logue JN, Melick ME, Hansen H. Research issues and directions in the epidemiology of health effects of disasters. *Epidemiol Rev* 1981;3:140-62.
37. Sidel VW, Onel E, Geiger HF, Leaning J, Foege WH. Public health responses to natural and human-made disasters. In: Last J, Wallace R, editors. *Maxcy-Rosenau-Last public health and preventive medicine*. 13th edition. Norwalk, CT: Appleton and Lange; 1992. p.1173- 85. Toole MJ, Waldman RJ. Prevention of excess mortality in refugee and displaced populations in developing countries. *JAMA* 1990;263:3296-302.
38. Blake PA. Communicable disease control. In: Gregg MB, editor. *Public health consequences of disasters*. Atlanta, GA: Centers for Disease Control; 1989. p.7-12.
39. Kilbourne EM. Cold environments. In: Gregg MB, editor. *Public health consequences of disasters*. Atlanta, GA: Centers for Disease Control; 1989. p.63-8.
40. Programas nacionales y regionales para la seguridad alimentaria, Nuevo enfoque de apropiación nacional para combatir el hambre, Visitado 09/07/2011 Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0765s/i0765s04.pdf>
41. Chou, Y. *Exploring spatial Analysis in GIS*. Delamar Publishers. 1996. 500p
42. FOCUS on Field epidemiology. Enfoque en Epidemiología de Campo Introducción a la Vigilancia en Salud Pública Introducción a la Vigilancia en Salud Pública. Vol. 5 N° 3. Visitado 09/09/2011. Disponible en: http://cphp.sph.unc.edu/focus/vol5/issue3/5-3IntroSurveillance_espanol.pdf
43. Vine M.F., Degnan D. Hanchette C. Geographic information systems: Their use in environmental epidemiological research. *Environ Health Perspect* 105:598-605. 1997.

44. Seaman J, Leivesley S, Hogg C. Epidemiología de desastres naturales. México DF: Harla SA; 1989.
45. Elliott, P., Et al., Spatial epidemiology: methods and applications, in Spatial epidemiology. New York Oxford University Press; 2000
46. Poverty and Climate Change: Reducing the Vulnerability of the Poor through Adaptation 2003. Publicación conjunta elaborada por: Banco de Desarrollo Africano; Banco de Desarrollo Asiático; Departamento de Desarrollo Internacional, Reino Unido; Dirección General de Desarrollo, Comisión Europea; Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, Alemania; Ministerio de Relaciones Exteriores – Cooperación para el Desarrollo, Países Bajos; Organización de Cooperación Económica y Desarrollo; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Banco Mundial.
47. Hutchinson, S., and L. Daniel. 2000. Inside ArcView GIS. 488 p. 3rd ed. Onword Press, New York, USA.
48. Bases de Establecimiento de Salud de la Región 2015, <http://intradeis.minsal.cl/ListaEstablecimientoWebSite/Default.aspx>
49. MINSAL. DEIS. 2009. <http://www.deis.cl/?p=37>
50. MINSAL. Informe de Profesionales Funcionarios, 2010. <http://www.deis.cl/?p=37>
51. MINSAL. II Encuesta de Calidad de Vida y Salud 2006. <http://epi.minsal.cl/epi/html/sdesalud/calidaddevida2006/Informe%20Final%20Encuesta%20de%20Calidad%20de%20Vida%20y%20Salud%202006.pdf>
52. Base de Datos Seremi de Educación, Gobierno Regional de los Lagos, año 2012.
53. FOCUS on Field epidemiology. Enfoque en Epidemiología de Campo Introducción a la Vigilancia en Salud Pública Introducción a la Vigilancia en Salud Pública. Vol. 5 N° 3. Visitado 09/09/2011. Disponible en: http://cphp.sph.unc.edu/focus/vol5/issue3/5-3IntroSurveillance_espanol.pdf
54. Vine M.F., Degnan D. Hanchette C. Geographic information systems: Their use in environmental epidemiological research. Environ Health Perspect 105:598-605. 1997
55. Orientación Técnica, elaboración documento 01, compromiso H Emergencias y Desastres, Ordinarios N°/B32 1666 del 18 de mayo 2011,

B/N° 587 del 18/02/2011, B/N° 32/993 del 29.03.2011 Subsecretaría Salud Pública, MINSAL 2011

56. Centro para la investigación epidemiológica de emergencias y desastres, CRED Visitado mayo 2015 <http://www.cred.be/publications>
57. Reglamento Sanitario Internacional (RSI), 2005; 2ª edición. Organización Mundial de la Salud. Visitado en mayo 2015 http://www.who.int/ihr/IHR_2005_es.pdf
58. Seaman J, Leivesley S, Hogg C. Epidemiología de desastres naturales. México DF: Harla SA; 1989.
59. Guha-Sapir, Debatathi y Below, Regina (2002) Quality and Accuracy of Disaster Data: A Comparative Study of 3 Global Datasets, OMS / Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, Universidad de Lovaina, Escuela de Medicina para la Unidad para la Prevención de Desastres del Banco Mundial, Bruselas.
60. Gunn SWA. Multilingual dictionary of disaster medicine and international relief. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 1990.
61. La prevención de desastres podría salvar millones de vidas, Visitado 09/09/2011. Disponible en: <http://www.pnud.cl/boletin/marzo/cont7.htm>
62. FOCUS on Field epidemiology. Enfoque en Epidemiología de Campo Introducción a la Vigilancia en Salud Pública Introducción a la Vigilancia en Salud Pública. Vol. 5 N° 2. Visitado 09/09/2011. Disponible en: http://cphp.sph.unc.edu/focus/vol5/issue2/5-3IntroSurveillance_espanol.pdf
63. FOCUS on Field epidemiology. Enfoque en Epidemiología de Campo Introducción a la Vigilancia en Salud Pública Introducción a la Vigilancia en Salud Pública. Vol. 5 N° 3. Visitado 09/09/2011. Disponible en: http://cphp.sph.unc.edu/focus/vol5/issue3/5-3IntroSurveillance_espanol.pdf
64. Organización Panamericana de la Salud “Gestión de la información y comunicación en emergencias y desastres: Guía para equipos de respuesta” Editores: Susana Arroyo Barrantes, Comunicadora Social, OXFAM, Martha Rodríguez, Asesora en Comunicación Social, OPS/OMS
65. Ricardo Pérez, Asesor Regional de Información, OPS/OMS Gestión de la información y comunicación en emergencias y desastres http://www.paho.org/spanish/dd/ped/GestionInfoCom_All_LowRes.pdf

ANEXOS.

Índice anexos

<i>Anexo 1: escala de Richter</i>	<i>107</i>
<i>Anexo 2: Escala modificada Mercalli de intensidades de Sismos.</i>	<i>108</i>
<i>Anexo 3: Escala modificada Sieberg de intensidades de Tsunamis.</i>	<i>110</i>
<i>Anexo 4: Tabla A Evaluación del riesgo potencial. Información requerida y sus fuentes</i>	<i>111</i>
<i>Anexo 5: Tabla B problemas a vigilar a consecuencia de una Inundación.</i>	<i>112</i>
<i>Anexo 6: Tabla C problemas a vigilar a consecuencia de un Terremoto.</i>	<i>113</i>
<i>Anexo 7: Tabla D problemas a vigilar a consecuencia de una erupción volcánica.....</i>	<i>114</i>
<i>Anexo 8 Tabla E Ventajas y desventajas de los indicadores de cada riesgo.</i>	<i>114</i>
<i>Anexo 9: Tabla F Indicadores de Vulnerabilidad utilizados para el estudio.</i>	<i>116</i>
<i>Anexo 10: Tabla G Evaluación de la situación de salud – A. Información general.....</i>	<i>117</i>
<i>Anexo 11: Tabla H Evaluación de la situación de salud – B. Efectos en la salud.....</i>	<i>118</i>
<i>Anexo 12: Tabla I Evaluación de la situación de salud – C. Daños en la red de servicios de salud.</i>	<i>119</i>
<i>Anexo 13: Tabla J Priorización de eventos/amenazas según matriz de riesgo Región de los Lagos</i>	<i>120</i>
<i>Anexo 14: Tabla K Estandarización de ecuación 1 riesgo región de los Lagos.</i>	<i>121</i>
<i>Anexo 15 Tabla M estandarización de ecuación 2 exposición física región de los Lagos.....</i>	<i>122</i>
<i>Anexo 16 Tabla N Estandarización de ecuación 3 evaluación de riesgo región de los Lagos.</i>	<i>123</i>

Anexo 1: escala de Richter

Charles Francis Richter (1900)

La escala de Richter fue creada en 1935 por Charles Francis Richter, sismólogo nacido en 1900. Richter y Beno Gutenberg querían desarrollar una manera cuantitativa de comparar terremotos, que no dependiera de la localización del observador. Decidieron "tomar prestada" la idea de magnitud de los astrónomos, quienes la usaban para clasificar la brillantez de las estrellas, y extrapolarla a los fenómenos terrestres. A diferencia de la escala de Mercalli, la de Richter mide la fuerza de los terremotos de acuerdo a su magnitud, es decir, la cantidad de energía liberada durante el sismo. Esta medición se realiza utilizando los datos que entregan los sismógrafos, que registran las ondas sísmicas. Por lo mismo, no tiene un límite de grados. Hasta el momento, la mayor magnitud registrada en el mundo corresponde a 9,5 grados, para el terremoto que ocurrió en Valdivia, Chile, en 1960. Esta es una escala que utiliza datos científicos y no percepciones de la gente. Podemos determinar algunos posibles efectos esperados, de acuerdo a la magnitud registrada.

Magnitud Richter v/s Efectos del terremoto

Magnitud Escala Richter	Efectos del Terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5 a 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores.
5.5 a 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 a 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas donde vive mucha gente.
7.0 a 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños.
8.0 o superior	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

Fuente: <http://www.shoa.cl/servicios/tsunami/escalas.htm>

Anexo 2: Escala modificada Mercalli de intensidades de Sismos.

Giuseppe Mercalli (1850 - 1914)

La escala de Mercalli toma su nombre del físico italiano Giuseppe Mercalli, quien la desarrolló en el siglo XIX. Es una escala subjetiva, porque evalúa la percepción humana del sismo. Sirve para recolectar información en zonas donde no existen aparatos detectores, o instrumentos de medición. Se basa en lo que sintieron las personas que vivieron el sismo, o en los daños ocasionados. Cuando se utiliza esta escala, se habla de grados de intensidad.

Escala modificada Mercalli de Intensidades de Sismos.

- | | |
|-----|--|
| I | No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables. |
| II | Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente las ubicadas en los pisos superiores de los edificios. |
| III | Se percibe en los interiores de los edificios y casas. Sin embargo, muchas personas no distinguen claramente que la naturaleza del fenómeno es sísmica, por su semejanza con la vibración producida por el paso de un vehículo liviano. Es posible estimar la duración del sismo. |
| IV | Los objetos colgantes oscilan visiblemente. Muchas personas lo notan en el interior de los edificios aún durante el día. En el exterior, la percepción no es tan general. Se dejan oír las vibraciones de la vajilla, puertas y ventanas. Se sienten crujir algunos tabiques de madera. La sensación percibida es semejante a la que produciría el paso de un vehículo pesado. Los automóviles detenidos se mecen. |
| V | La mayoría de las personas lo percibe aún en el exterior. En los interiores, durante la noche, muchas despiertan. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y aún pueden derramarse. Los objetos inestables se mueven o se vuelcan. Los péndulos de los relojes alteran su ritmo o se detienen. Es posible estimar la dirección principal del movimiento sísmico. |
| VI | Lo perciben todas las personas. Se atemorizan y huyen hacia el exterior. Se siente inseguridad para caminar. Se quebran los vidrios de las ventanas, la vajilla y los objetos frágiles. Los juguetes, libros y otros objetos caen de los armarios. Los cuadros suspendidos de las murallas caen. Los muebles se desplazan o se vuelcan. Se producen grietas en algunos estucos. Se hace visible el movimiento de los árboles, o bien, se les oye crujir. Se siente el tañido de las campanas pequeñas de iglesias y escuelas. |
| VII | Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. El fenómeno es percibido por los conductores de automóviles en marcha. Se producen daños de consideración en estructuras de albañilería mal construidas o mal proyectadas. Sufren daños menores (grietas) las estructuras corrientes de albañilería bien construidas. Se dañan los muebles. Caen trozos de estucos, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Las chimeneas débiles se quebran al nivel de la techumbre. Se producen ondas en los lagos; el agua se enturbia. Los terraplenes y taludes de arena o grava experimentan pequeños deslizamientos o hundimientos. Se dañan los canales de hormigón para riego. Tañen todas las |

Fuente: <http://www.shoa.cl/servicios/tsunami/escalas.htm>

campanas.

- Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y aún el derrumbe parcial en estructuras de albañilería bien construidas. En estructuras de albañilería bien proyectadas y construidas sólo se producen daños leves. Caen murallas de albañilería. Caen chimeneas en casa e industrias; caen igualmente monumentos, columnas, torres y estanques elevados. Las casas de madera se desplazan y aún se salen totalmente de sus bases. Los tabiques se desprenden. Se quiebran las ramas de los árboles. Se producen cambios en las corrientes de agua y en la temperatura de vertientes y pozos. Aparecen grietas en el suelo húmedo, especialmente en la superficie de las pendientes escarpadas.
- VIII
- Se produce pánico general. Las estructuras de albañilería mal proyectadas o mal construidas se destruyen. Las estructuras de albañilería bien construidas se dañan y a veces se derrumban totalmente. Las estructuras de albañilería bien proyectadas y bien construidas se dañan seriamente. Los cimientos se dañan. Las estructuras de madera son removidas de sus cimientos. Sufren daños considerables los depósitos de agua, gas, etc. Se quiebran las tuberías (cañerías) subterráneas. Aparecen grietas aún en suelos secos. En las regiones aluviales, pequeñas cantidades de lodo y arena son expelidas del suelo.
- IX
- Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. Se destruyen los cimientos de las estructuras de madera. Algunas estructuras de madera bien construidas, incluso puentes, se destruyen. Se producen daños en represas, diques y malecones. Se producen grandes desplazamientos del terreno en los taludes. El agua de canales, ríos, lagos, etc. sale proyectada a las riberas. Cantidades apreciables de lodo y arena se desplazan horizontalmente sobre las playas y terrenos planos. Los rieles de las vías férreas quedan ligeramente deformados.
- X
- Muy pocas estructuras de albañilerías quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados. Las tuberías (cañerías subterráneas) quedan totalmente fuera de servicio.
- XI
- El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.
- XII

Fuente: <http://www.shoa.cl/servicios/tsunami/escalas.htm>

Anexo 3: Escala modificada Sieberg de intensidades de Tsunamis.

Escala modificada Sieberg de intensidades de Tsunamis.	
I	Muy suave. La ola es tan débil, que solo es perceptible en los registros de las estaciones de marea.
II	Suave. La ola es percibida por aquellos que viven a lo largo de la costa y están familiarizados con el mar. Normalmente se percibe en costas muy planas.
III	Bastante fuerte. Generalmente es percibido. Inundación de costas de pendientes suaves. Las embarcaciones deportivas pequeñas son arrastradas a la costa. Daños leves a estructuras de material ligero situadas en las cercanías a la costa. En estuarios se invierten los flujos de los ríos hacia arriba.
IV	Fuerte. Inundación de la costa hasta determinada profundidad. Daños de erosión en rellenos construidos por el hombre. Embarcaderos y diques dañados. Las estructuras de material ligero cercanas a la costa son dañadas. Las estructuras costeras sólidas sufren daños menores. Embarcaciones deportivas grandes y pequeños buques son derivados tierra adentro o mar afuera. Las costas se encuentran sucias con desechos flotantes.
V	Muy fuerte. Inundación general de la costa hasta determinada profundidad. Los muros de los embarcaderos y estructuras sólidas cercanas al mar son dañados. Las estructuras de material ligero son destruidas. Severa erosión de tierras cultivadas y la costa se encuentra sucia con desechos flotantes y animales marinos. Todo tipo de embarcaciones, a excepción de los buques grandes, son llevadas tierra adentro o mar afuera. Grandes subidas de agua en ríos estuarios. Las obras portuarias resultan dañadas. Gente ahogada. La ola va acompañada de un fuerte ruido.
VI	Desastroso. Destrucción parcial o completa de estructuras hechas por el hombre a determinada distancia de la costa. Grandes inundaciones costeras. Buques grandes severamente dañados. Árboles arrancados de raíz o rotos. Muchas víctimas.

Fuente: <http://www.shoa.cl/servicios/tsunami/escalas.htm>

Anexo 4: Tabla A Evaluación del riesgo potencial. Información requerida y sus fuentes

	Tipo de información	Fuente de información
Factor de Riesgo Biológico	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel endémico de las principales enfermedades transmisibles sujetas a vigilancia • Actividad epidémica previa o en curso en el área afectada • Antecedentes de susceptibilidad /resistencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Informes epidemiológicos sobre la situación de enfermedades transmisibles en la zona afectada, tendencia últimos años • Mapas de riesgo • Informes sobre coberturas de vacunaciones
Factor de Riesgo Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a agua potable • Disposición sanitaria de excretas • Manejo de basuras • Seguridad alimentaria • Exposición a vectores • Condiciones climáticas y de temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de la Evaluación Epidemiológica Rápida (Formulario N° 1) • Informes Ambientales
Factor de Riesgo Social	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de operatividad y continuidad de servicios de salud • Población en albergues • Nivel de pobreza de la población 	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de la Evaluación Epidemiológica Rápida (Formulario N° 1) • Informes existentes sobre Diagnóstico de salud de la comuna o sector

Fuente: Tomado de Guía de Vigilancia Epidemiológica en Emergencias y Desastres, Minsal 2010

Anexo 5: Tabla B problemas a vigilar a consecuencia de una Inundación.

MORBILIDAD, las enfermedades y condiciones trazadoras	
Desagregadas por sexo y grupos de edad	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades infecciosas digestivas: Diarreas, Hepatitis A, Fiebre Tifoidea, Shigellosis • Enfermedades infecciosas zoonóticas: Leptospirosis • Infecciones respiratorias agudas • Lesiones en piel: Heridas, Dermatitis, Quemaduras • Intoxicaciones por monóxido de carbono (CO) • Salud mental: Irritabilidad, Trastornos Ansiosos y Depresivos • Brotes o epidemias • Enfermos crónicos por descompensación • Ectoparasitosis: Escabiosis, Pediculosis • Otras enfermedades endémicas del lugar
RIESGOS AMBIENTALES, que requieren seguimiento	
Por interrupción servicios básicos e instalación de albergues Acceso a:	<ul style="list-style-type: none"> • Agua segura • Eliminación sanitaria de excretas • Manejo de basuras • Eliminación sanitaria de aguas servidas • Seguridad Alimentaria
Por acción directa de la inundación Contaminación de:	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de agua con excretas humanas y animales

Fuente: Tomado de Guía de Vigilancia Epidemiológica en Emergencias y Desastres, Minsal 2010

Anexo 6: Tabla C problemas a vigilar a consecuencia de un Terremoto.

MORBILIDAD, las enfermedades y condiciones trazadoras	
<i>Desagregadas por sexo y grupos de edad</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Traumatismos severos y leves: Fracturas, Contusiones • Lesiones en piel: Heridas, Quemaduras • Intoxicaciones por CO u otros gases • Salud mental: Irritabilidad, Trastornos Ansiosos, Depresivos, Conductas Violentas • Enfermos crónicos por descompensación • Ectoparasitosis: Escabiosis, Pediculosis • Infecciones respiratorias agudas • Brotes o epidemias • Mordeduras de perro • Otras enfermedades endémicas del lugar
RIESGOS AMBIENTALES, que requieren seguimiento	
Por interrupción servicios básicos e instalación de albergues Acceso a:	<ul style="list-style-type: none"> • Agua segura • Eliminación sanitaria de excretas • Manejo de basuras • Eliminación sanitaria de aguas servidas • Seguridad Alimentaria

Fuente: Tomado de Guía de Vigilancia Epidemiológica en Emergencias y Desastres, Minsal 2010

Anexo 7: Tabla D problemas a vigilar a consecuencia de una erupción volcánica.

MORBILIDAD, las enfermedades y condiciones trazadoras	
<i>Desagregadas por sexo y grupos de edad</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Traumatismos: Politraumatismos, Contusiones • Quemaduras • Enfermedades con base alérgica: Rinitis, Bronquitis, Asma, Conjuntivitis, Dermatitis, Diarreas • Intoxicaciones por gases diversos • Infecciones respiratorias agudas • Brotes o epidemias asociadas a la endemia • Salud mental: Irritabilidad, Ansiedad y Depresión • Enfermos crónicos por descompensación • Ectoparasitosis: Escabiosis, Pediculosis • Otras enfermedades endémicas del lugar
RIESGOS AMBIENTALES, que requieren seguimiento	
Por interrupción servicios básicos e instalación de albergues Acceso a:	<ul style="list-style-type: none"> • Agua segura • Eliminación sanitaria de excretas • Manejo de basuras • Eliminación sanitaria de aguas residuales • Seguridad Alimentaria
Por acción directa de la erupción volcánica Contaminación de:	<ul style="list-style-type: none"> • Fuentes de agua, con ceniza que acidifica el pH del agua por contenido de ácido sulfhídrico • Aire, con cenizas y gases como dióxido carbono, ácido sulfhídrico, dióxido sulfuro principalmente • Suelos, con ceniza volcánica

Fuente: Tomado de Guía de Vigilancia Epidemiológica en Emergencias y Desastres, Minsal 2010

Anexo 8 Tabla E Ventajas y desventajas de los indicadores de cada riesgo.

Hemos visto que el riesgo puede medirse de diversas maneras (por ejemplo, por la cantidad de muertos, el porcentaje de víctimas mortales o el porcentaje de víctimas mortales en comparación con la población expuesta). Cada una de estas

medidas tiene sus ventajas y sus inconvenientes los que presentaremos a través de la siguiente tabla.

Indicadores	Ventajas	Desventajas
Cifra de muertos	Cada ser humano tiene el mismo "valor"	No parece lo mismo 10000 víctimas en 10 países pequeños, que 10000 víctimas fatales en un solo país. Los países pequeños quedan en desventaja
Muertos/Población	Permite comparar entre las regiones Las zonas menos pobladas tienen la misma ponderación que las más pobladas	Cada ser humanos no tienen el mismo "valor" por ejemplo un muerto en Honduras equivale a 160 muertos en China.
Muertos/Población expuesta	Se resalta el riesgo local, aunque los habitantes afectados sean una porción más pequeña de la población regional.	Se pueden resaltar problemas locales que no tienen peso en el ámbito nacional y establecer una prioridad equivocada para la región

Fuente: Adaptado PNUD

Según el análisis de lo expuesto en la tabla anterior, se ha optado por realizar el cálculo del IRD, utilizando las fórmulas expuestas en las ecuaciones 1 a la 3, por incluir una mirada más holística del tema al abarcar datos sociobiodemográficos de la población expuesta al evento.

En relación a los indicadores de vulnerabilidad humana seleccionados para el estudio en cuestión serán los siguientes:

Anexo 9: Tabla F Indicadores de Vulnerabilidad utilizados para el estudio.

Categorías de Vulnerabilidad	Indicadores
Económicos	Producto Interno Bruto
	Índice de Pobreza
	Desempleo, (porcentaje de la fuerza de trabajo total)
Tipo de actividad económica	Tierra cultivable (en hectáreas)
	Tierra cultivable y cultivos permanentes
	Porcentaje de población urbana y rural por comuna
	Porcentaje de dependencia de la agricultura para el PIB
	Porcentaje de mano de obra en el sector agrícola
Dependencia y calidad del medio Ambiente	Bosques y zonas forestadas
	Degradación del suelo por actividades humanas
Demografía	Crecimiento demográfico
	Crecimiento urbano
	Densidad de población
	Relación de dependencia de edad
Salud y saneamiento	Porcentaje de la población con acceso a agua potable (Total, urbana y rural)
	Número de médicos por 1000 Hbtes.
	Número de camas de hospital
	Esperanza de vida al nacer para ambos sexos
	Tasa de mortalidad de niños menores de 5 años
Capacidad de alerta temprana	Número de radios por cada 100 Hbtes.
Educación	Tasa de analfabetismo
Desarrollo	Índice de desarrollo humano (IDH)

Fuente: Adaptado PNUD/PNUMA

Anexo 10: Tabla G Evaluación de la situación de salud – A. Información general

Informe No. _____ Fecha de elaboración: _____ Hora: _____

Elaborado por (nombre/cargo): _____

Tipo de evento: _____ Fecha del evento: _____ Días después del evento: _____

Lugar del evento: _____ País: _____

Coordenadas geográficas: _____
 (Ubicación geográfica según división político administrativa)

Población albergada/evacuada: **Si** **No** **No. Albergues** _____ **Población aprox.** _____

Descripción general de los daños:																	
Lugar(es) de afectación (Especifique barrio/cantón/comunas/municipio-departamento/región)	de ⁽¹⁾	Población total ⁽²⁾	Servicios básicos afectados ⁽³⁾										Accesos disponibles (vías-fluvial-aéreo) ⁽⁴⁾			Observaciones ⁽⁵⁾	
			Suministro de agua		Recolección de basura		Alcantarilado/excretas/desagüe		Energía eléctrica		Comunicaciones		Transporte		vías-fluvial-aéreo		
			Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Especifique		
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10 ⁽⁶⁾																	

- (1) Escriba el lugar del evento indicando el nivel (ej. municipio, provincia, región o departamento y el país al que pertenece) de acuerdo a la división político administrativa y especifique cada una de las zonas afectadas por el evento (subniveles) en cada una de las filas del cuadro.
- (2) Escriba el número de población de cada uno de los lugares de afectación
- (3) Identifique la afectación de los servicios básicos, marcando con una X si el servicio descrito en cada una de las zonas ha sido afectado o no.
- (4) Indique si hay acceso disponible al lugar de afectación y especifique cuáles (terrestre o vías de acceso, fluvial, aéreo).
- (5) En observaciones, amplíe los datos que considere necesarios para la toma de decisiones de acuerdo a cada lugar de afectación.

Si se terminan las líneas utilice un nuevo formato y continúe el registro de datos.

Anexo 11: Tabla H Evaluación de la situación de salud – B. Efectos en la salud

Lugar(es) de afectación ⁽¹⁾ (Especifique barrio/cantón/ comunas/municipio- departamento/región)	Heridos ⁽²⁾		Víctimas ⁽³⁾		Capacidad morgue suficiente		Otros inconvenientes de identificación o de manejo de cadáveres ⁽⁴⁾	Coordenadas geográficas	Observaciones ⁽⁵⁾
	Tratamiento local	Necesidad de traslado	Muertos	Desaparecidos	Capacidad morgue suficiente				
					Si	No			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

- (1) Los datos corresponden a la distribución de la zona afectada, de acuerdo a la división político-administrativa.
- (2) Escriba el número de heridos, considerando la capacidad local para su tratamiento o la necesidad de traslado a otro nivel o lugar.
- (3) Escriba el número de víctimas, especificando el número de muertos y desaparecidos en cada lugar de afectación.
- (4) Escriba los inconvenientes para la identificación de cadáveres (bolsas, disposición final, personal).
- (5) En observaciones, amplíe los datos que considere necesarios para la toma de decisiones por lugar de afectación.

Anexo 13: Tabla J Priorización de eventos/amenazas según matriz de riesgo Región de los Lagos

Evento/amenaza	Promedio
Erupción Volcánica	3,00
Tsunami	2,67
Fenómenos Meteorológicos	2,67
Emergencias Epidemiológicas	2,67
Terremoto	2,33
Sequias	2,00
Incendios Químicos	2,00
Accidentes Múltiples	2,00
Incendios Urbanos	1,67
Incendios Forestales	1,67
Accidentes Mega Eventos	1,67
Acto terrorista	1,00

Anexo 14: Tabla K Estandarización de ecuación 1 riesgo región de los Lagos.

Nombre Comunas	Riesgo
San Juan de La Costa	6,90
Purranque	6,05
Chonchi	5,52
Puyehue	5,52
Río Negro	5,22
San Pablo	5,22
Quemchi	4,95
Calbuco	4,76
Queilén	4,69
Mauilín	3,72
Curaco de Vélez	3,52
Puqueldón	3,52
Puerto Varas	3,17
Los Muermos	2,61
Puerto Octay	2,61
Llanquihue	2,35
Quinchao	2,35
Puerto Montt	1,86
Osorno	1,72
Castro	1,65
Ancud	1,59
Cochamó	1,38
Futaleufú	1,38
Hualaihué	1,38
Palena	1,38
Fresia	1,30
Frutillar	1,30
Quellón	1,30
Chaitén	1,30
Dalcahue	1,17

Anexo 15 Tabla M estandarización de ecuación 2 exposición física región de los Lagos.

Nombre Comunas	Exposición Física
Puerto Montt	5,72
Osorno	2,67
Ancud	1,04
Castro	0,84
Puerto Varas	0,65
Purranque	0,34
Calbuco	0,29
Quellón	0,26
Hualaihué	0,21
San Juan de La Costa	0,20
Puyehue	0,19
Puerto Octay	0,16
Llanquihue	0,15
Frutillar	0,15
Los Muermos	0,14
Chonchi	0,12
Dalcahue	0,12
Chaitén	0,12
Mauilín	0,11
Río Negro	0,11
Fresia	0,10
Quemchi	0,08
San Pablo	0,08
Quinchao	0,07
Cochamó	0,07
Queilén	0,04
Palena	0,04
Puqueldón	0,03
Curaco de Vélez	0,03
Futaleufú	0,03

Anexo 16 Tabla N Estandarización de ecuación 3 evaluación de riesgo región de los Lagos.

Nombre Comunas	Evaluación de riesgo
Puerto Montt	12,87
Osorno	5,56
Purranque	2,51
Puerto Varas	2,50
Ancud	2,00
Castro	1,68
Calbuco	1,66
San Juan de La Costa	1,65
Puyehue	1,25
Chonchi	0,81
Río Negro	0,70
Mauñín	0,52
Puerto Octay	0,49
San Pablo	0,48
Quemchi	0,46
Los Muermos	0,43
Llanquihue	0,43
Quellón	0,40
Hualaihué	0,35
Queilén	0,25
Frutillar	0,23
Quinchao	0,21
Chaitén	0,19
Dalcahue	0,17
Fresia	0,16
Puqueldón	0,14
Curaco de Vélez	0,14
Cochamó	0,12
Palena	0,07
Futaleufú	0,05