

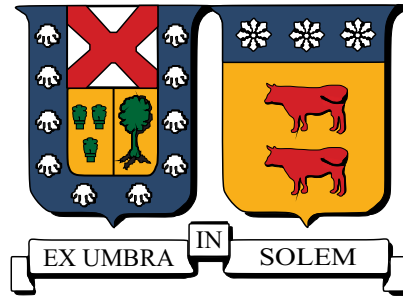
UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES

ADAPTACIÓN DE FÓRMULAS EMPÍRICAS
ENFOCADAS EN LA GENERACIÓN DE CURVAS PARA
LA EVALUACIÓN TEMPRANA DE TSUNAMIS
BASADAS EN INTENSIDAD MODIFICADA DE
MERCALLI

JOSÉ LUIS BAQUEDANO CAPRILE

Ingeniero Civil
Magíster en Ciencias de la Ingeniería Civil

Junio de 2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES

**ADAPTACIÓN DE FÓRMULAS EMPÍRICAS
ENFOCADAS EN LA GENERACIÓN DE CURVAS PARA
LA EVALUACIÓN TEMPRANA DE TSUNAMIS
BASADAS EN INTENSIDAD MODIFICADA DE
MERCALLI**

Memoria de Título y Tesis de Grado presentada por
JOSÉ LUIS BAQUEDANO CAPRILE

Como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Civil
y al grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería Civil

Profesor Guía
Dr. Patricio Andrés Catalán Mondaca

Junio de 2017

TÍTULO DE LA TESIS

ADAPTACIÓN DE FÓRMULAS EMPÍRICAS ENFOCADAS EN LA GENERACIÓN DE CURVAS PARA LA EVALUACIÓN TEMPRANA DE TSUNAMIS BASADAS EN INTENSIDAD MODIFICADA DE MERCALLI

AUTOR

JOSÉ LUIS BAQUEDANO CAPRILE

TRABAJO DE TESIS, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para el título de Ingeniero Civil y el grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Dr. Patricio Catalán Mondaca _____

Dr. Patricio Winckler Grez _____

Dr. Rodrigo Delgadillo Sturla _____

Valparaíso, Chile, Junio de 2017.

AGRADECIMIENTOS

A través de los siguientes párrafos, deseo manifestar mi mayor gratitud hacia las siguientes personas e instituciones, quienes permitieron que este trabajo pudiera ser completado satisfactoriamente.

En primer lugar, mis agradecimientos al Profesor Dr. Patricio Catalán, no solo por guiarme en esta etapa, sino que además por tener siempre la disposición para ayudar y aconsejar, por ser paciente en momentos de incertidumbre, y por entregar las palabras adecuadas ante cualquier inquietud y dificultad presente en el camino, aplacando muchas veces los altos niveles de ansiedad y desconfianza inherentes al proceso.

También agradecer al Dr. Yutaka Hayashi, perteneciente al Meteorological Research Institute (MRI) de Japón, quien presentó las bases para el desarrollo de esta idea en el contexto del proyecto SATREPS (JST/JICA) y que prestó parte de sus conocimientos para la elaboración de la estructura de algunas etapas de este trabajo.

A su vez, quisiera destacar la ayuda entregada por el Dr. Hiroaki Tsushima, también proveniente desde el MRI, que si bien no se encontró involucrado directamente en el desarrollo de este proyecto, sí tuvo la oportunidad de apreciarlo de cerca, presentando siempre su opinión y sugerencias a cómo debían ser abordadas las distintas fases de la investigación.

A los profesores de la comisión evaluadora, Dr. Patricio Winckler y Dr. Rodrigo Delgadillo, quienes presentaron sus reparos siempre en forma constructiva, con el solo afán de generar el mejor resultado posible, logrando que el proceso de corrección fuese menos arduo y permitiese un aprendizaje.

A la Ingeniero Civil, MSc. Alejandra Gubler, por ser parte importante de este trabajo al proporcionar datos e información relevantes para la simulación de tsunamis. Junto a esto, por estar abierta a explicar en detalle cada uno de los elementos proporcionados, y su funcionamiento.

A ONEMI, por proporcionar información de reportes de Intensidad Modificada de Mercalli desde sus bases de datos y por recibirme en sus oficinas de manera cordial, ávidos de colaborar en este trabajo. Agradecimientos especiales a Miguel Ortiz, Felipe Riquelme, Felipe Plaza y al equipo del Centro de Alerta Temprana.

A mis amigos, Ignacio, Felipe, Nicolás, Karolay, Herman y Matías. Los primeros tres, por estar conmigo desde el colegio, su presencia ha sido fundamental por su apoyo y buenos consejos. Los últimos tres, por hacer de mi paso por la universidad mucho más ameno y menos tortuoso. Además por formar parte de un gran equipo, que permitió un paso exitoso por la Universidad, siempre en un

buen ambiente, alejados sobretodo de la fuerte competitividad que existe entre muchos alumnos de la institución.

Agradezco a mi familia, especialmente a mis papás Gloria y Luis Hernán, y a mis hermanas Gabriela y Antonia. Su presencia constante en mi vida ha sido fundamental a la hora de mantener mis convicciones y seguir adelante pese a la adversidad, sin traicionar ni mis valores ni mis ideales y sin pasar por encima de nadie en el camino. También, por sacarme sonrisas siempre y por preocuparse de mí cada vez que me ven aproblemado.

Finalmente, quisiera expresar mis agradecimientos a CONICYT, por su financiamiento en el contexto de la Beca Magíster Nacional 2015, perteneciente al Programa de Capital Humano Avanzado, folio 22150320.

RESUMEN

En los últimos años, Chile se ha visto expuesto a un importante número de sismos de gran magnitud, que han sido causa directa de tsunamis de amplitud y extensión variables. Los ejemplos más importantes son el terremoto del Maule (Mw 8.8), ocurrido el 27 de febrero de 2010; el de Iquique (Mw 8.2), el día 1 de abril de 2014; y el de Illapel (Mw 8.3), el día 16 de septiembre de 2015. Estos eventos han permitido la identificación de algunas debilidades del Sistema de Alerta de Tsunamis existente, así como la planificación de una estrategia de mejora que ha sido implementada recientemente a través del Sistema Integrado de Predicción y Alarma de Tsunamis (SIPAT). A pesar de los avances conseguidos, aún existen incertezas relacionadas con el área que se verá afectada por el tsunami luego de la ocurrencia de un terremoto y dificultades asociadas al poco tiempo disponible para responder a la emergencia. Los problemas se suscitan principalmente debido al flujo de información entre las tres entidades a cargo (ONEMI, CSN y SHOA), y al tiempo que tarda el procesamiento de los datos. Es por esto que se requiere una primera estimación más rápida, que entregue una evaluación preliminar, para ejecutar la orden de evacuación del área determinada a partir de los primeros datos recibidos.

En este trabajo se efectúa un análisis de la potencial relación existente entre la intensidad de un sismo (medida a través de la Intensidad Modificada de Mercalli, IMM) y la ocurrencia de un tsunami y su amplitud máxima esperada, tomando en consideración la distancia mínima al hipocentro y la magnitud de momento del sismo. En consecuencia, el objetivo principal consiste en determinar si la escala de Mercalli puede ser usada como una herramienta de soporte al sistema existente desde un punto de vista técnico en los instantes iniciales, período donde no existen otras formas de evaluación disponibles.

En primer lugar, se analizan una serie de fórmulas empíricas que relacionan la intensidad con la máxima aceleración y velocidad del suelo (PGA y PGV, respectivamente, por sus siglas en inglés), y otras que relacionan PGA o PGV con los parámetros que definen a un sismo (tales como profundidad, magnitud, dip, strike, entre otros). Dicho análisis comprende su comparación y calibración al caso chileno. Para efectuar aquello, datos disponibles de sismos ocurridos entre 2011 y 2014 son empleados. A modo de validación de los resultados obtenidos, datos adicionales de sismos ocurridos en 2015 son utilizados. El resultado es una relación empírica entre IMM, distancia hipocentral y magnitud del sismo.

Luego, para obtener el correspondiente nivel de peligro del tsunami asociado al sismo, se ejecutan simulaciones numéricas desde un conjunto de escenarios lo suficientemente amplio para cubrir una vasta variedad de situaciones y lograr robustez estadística. Estas simulaciones arrojan como resultado series de tiempo de la evolución del nivel del mar en puntos de observación previamente definidos (denominados como mareógrafos reales o virtuales, dependiendo de su ubicación). A partir de estos

resultados se construyen gráficas que relacionan magnitud y distancia con el nivel de peligro esperado del correspondiente tsunami para nueve ciudades del país. Este enfoque es utilizado bajo el supuesto de que un tsunami variará considerablemente en sitios distintos, incluso bajo las mismas condiciones de generación, como consecuencia del control ejercido tanto por la batimetría como por la topografía local.

Mediante la ejecución de los pasos anteriores, se obtiene una forma adicional de evaluar el peligro de tsunami existente luego de la ocurrencia de un sismo de tamaño considerable, favoreciendo el refuerzo del protocolo actual de evaluación, mejorando además los tiempos de preparación y respuesta frente a la eventual emergencia.

Palabras clave: *gráficas de predicción de tsunami, evacuación preventiva, evaluación de peligro, relación empírica, simulación de escenarios, variabilidad espacial.*

ABSTRACT

In recent years, Chile has been exposed to an important number of strong earthquakes that have triggered tsunamis of different amplitudes and extension. Notable examples include the Maule earthquake (Mw 8.8), which took place on February 27th, 2010; the Iquique earthquake (Mw 8.2), on April 1st, 2014; and the Illapel earthquake (Mw 8.3), on September 16th, 2015. These events permitted the identification of some weaknesses of the then existing Chilean Tsunami Warning System, and the creation of an improvement strategy that has been implemented recently, which corresponds to the *Integrated System of Tsunami Prediccion and Alert* (SIPAT, in Spanish). Despite these improvements, there is still some uncertainty regarding to the exact area potentially affected by a tsunami immediately, and more importantly, a finite time before solutions are found. These difficulties are mainly due to the time restraints of the way the information flows between the three entities in charge of the evaluation (ONEMI, CSN and SHOA), and the time required to process the data. Hence the necessity of a supplementary evaluation method that helps define the evacuation area.

In this work, an analysis of the potential relation between the intensity of an earthquake (via the Modified Mercalli Intensity, MMI) and the occurrence of a tsunami and its expected wave amplitude is performed, taking into account the distance from the point of interest to the hypocenter and the earthquake magnitude. Thus, the objective is to test whether the Mercalli Intensity Scale can be used as a tool to support the existing system from a technical point of view, during the period when no other technical assessment is available.

First, a series of empirical formulae relating the intensity with either Peak Ground Acceleration or Peak Ground Velocity, and others that relate PGA or PGV with the parameters that define the earthquake (e.g. depth, magnitude, dip, strike, among others) are tested and calibrated. To perform this, data available from earthquakes occurred between 2011 and 2014 are used. In order to validate our scheme, additional data from 2015 earthquakes are utilized. The result is an empirical relationship between MMI, hypocentral distance and earthquake magnitude.

Next, to obtain the corresponding tsunami hazard, numerical simulations of a range of scenarios are performed to ensure data coverage and statistical robustness. Here, a series of points of interest located around nine coastal cities are considered to create city-specific charts which relate tsunami hazard with magnitude and hypocentral distance. A city-specific approach is used under the premise that a tsunami would vary greatly in different locations, even under the same source conditions, due to bathymetric and topographic controls.

Through the completion of the aforementioned steps, an additional way to evaluate the risk of a tsunami after a considerably large seismic event is available for use and, in consequence, the current evaluation system is reinforced, improving the preparation and response times against an eventual

emergency.

Keywords: *tsunami forecast charts, preventive evacuation, hazard evaluation, empirical relation assessment, scenario simulation, spatial variability.*

GLOSARIO

A, B, C, D	Coordenadas esquinas plano de falla.
CAT	Centro de Alerta Temprana ONEMI.
CSN	Centro Sismológico Nacional.
d	Distancia Epicentral.
d_p	Distancia, en el plano que contiene al plano de falla, entre punto de interés proyectado y arista más cercana.
d_{V_i}	Distancia al vértice i del plano de falla.
dx	Distancia longitudinal entre punto de interés y foco.
dx'	Distancia respecto a nuevo eje coordenado entre punto de interés y foco.
dy	Distancia latitudinal entre punto de interés y foco.
dy'	Distancia respecto a nuevo eje coordenado entre punto de interés y foco.
dz	Profundidad del foco.
$e_{abs,j}$	Error absoluto medio total conjunto j .
$e_{abs,total}$	Error absoluto medio total ponderado del conjunto completo de datos.
f_{OBJ}	Función objetivo que permite determinar separación óptima entre niveles de tsunamis.
h	Profundidad hipocentral.
IMM	Intensidad Modificada de Mercalli.
$I.P.$	Índice de Peligro.
JMA	Japan Meteorological Agency.
L	Largo plano de falla.
l	Distancia perpendicular entre punto y plano.
lat_h	Latitud hipocentro.
lat_p	Latitud punto de interés.
L_{MIN}	Distancia mínima al hipocentro.
$long_h$	Longitud hipocentro.
$long_p$	Longitud punto de interés.
MMI	Modified Mercalli Intensity (Intensidad Modificada de Mercalli).
Mw	Magnitud sísmica de momento.
n	Vector normal unitario del plano de falla.
N	Número total de conjuntos de datos.
n_j	Número de datos disponibles conjunto j .
NUM_i	Número de datos totales en categoría i .

ONEMI	Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública.
P	Coordenadas punto de interés.
P_{25}, P_{75}	Percentiles 25 y 75.
PC_i	Porcentaje de datos de cada categoría de tsunami evaluados incorrectamente según configuración de rectas divisorias de niveles de peligro.
$PC_{i,j}$	Porcentaje de datos del nivel de tsunami i en la ciudad j .
PGA	Peak Ground Acceleration (Aceleración Máxima del Suelo).
PGV	Peak Ground Velocity (Velocidad Máxima del Suelo).
$pos_{i,j}$	Posición relativa de la ciudad j , dentro del nivel de tsunami i .
P_{proy}	Proyección punto de interés sobre plano de falla.
PTWC	Pacific Tsunami Warning Center.
$P_{x'}, P_{y'}, P_{z'}$	Coordenadas punto de interés proyectado sobre el plano de falla.
q_i	Peso categoría de tsunami i .
R	Radio de la Tierra, en kilómetros.
RIQ	Rango Intercuartil. Igual a la diferencia entre los percentiles 75 y 25.
\bar{s}	Pendiente media ponderada.
s_1, s_2	Valor pendientes rectas mayor-intermedio e intermedio-menor, respectivamente.
SHOA	Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.
SIPAT	Sistema Integrado de Predicción y Alarma de Tsunamis.
SNAM	Sistema Nacional de Alerta de Maremotos.
V_x, V_y, V_z	Coordenadas de cada uno de los vértices del plano de falla (A, B, C, D).
W	Ancho plano de falla.
w_1, w_2	Peso asignado a pendientes rectas mayor-intermedio e intermedio-menor, respectivamente.
x_{emp}	Valor dato obtenido en forma empírica.
x_{real}	Valor dato registrado a través de reporte o instrumento.
Δ	Distancia mínima al hipocentro.
θ	Ángulo de strike.
ϕ	Ángulo de dip.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	III
ABSTRACT	V
GLOSARIO	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABLAS	XXI
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1.1. Desarrollo de sistemas de alerta	5
1.1.1. Requisitos planteados de acuerdo al estado del arte	5
1.1.2. Sistema actual en Chile	6
1.1.3. Necesidad de mejora en Chile	8
1.2. Sistemas internacionales	8
1.2.1. Historia del sistema japonés	9
1.2.2. Pasos hacia la creación de un método global	10
1.3. Consideraciones especiales del método	11
1.3.1. Motivos para incorporar la utilización del método propuesto	11

1.3.2.	Obtención de reportes de IMM	12
1.3.3.	Obtención de parámetros sísmicos (magnitud y distancia al hipocentro)	13
1.3.4.	Obtención de nivel de tsunami esperado	13
2.	METODOLOGÍA DE TRABAJO	15
2.1.	Introducción	15
2.2.	Construcción de curvas Mw- Δ -MMI	15
2.2.1.	Proceso de selección y clasificación de la información de sismos	16
2.2.2.	Algoritmo para el cálculo de distancia mínima al plano de falla	17
2.2.2.1.	Magnitud de momento inferior a 6.7	17
2.2.2.2.	Magnitud de momento mayor o igual a 6.7	18
2.2.3.	Análisis ecuación de Wald. Relación PGA y parámetros del sismo.	23
2.2.3.1.	Determinación de ecuación empírica más adecuada para relacionar parámetros sísmicos con aceleración o velocidad máxima del suelo.	24
2.2.3.2.	Análisis de necesidad de modificación de ecuaciones de Wald	25
2.2.4.	Construcción final curvas de intensidad	26
2.2.5.	Validación de resultados	26
2.3.	Construcción curvas Mw- Δ -Nivel de Peligro	27
2.3.1.	Proceso de selección y clasificación de datos de tsunamis	28
2.3.1.1.	Selección de escenarios	28
2.3.1.2.	Puntos de observación de las series de tiempo de cada tsunami	29
2.3.2.	Utilización de <i>EasyWave</i> , agrupación de datos	30
2.3.3.	Verificación de resultados simulados	30
2.3.4.	Clasificación de resultados según ciudad y nivel de peligro	31
2.3.5.	Algoritmo para la definición de las curvas delimitadoras de niveles de peligro	31
2.3.6.	Verificación de resultados	33
2.4.	Relación entre ambos conjuntos de curvas y validación global de los resultados	34

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
3.1. Introducción	35
3.2. Curvas Mw- Δ -MMI	35
3.2.1. Datos Iniciales	35
3.2.2. Análisis ecuaciones de <i>Wald et al.</i> (1999)	36
3.2.2.1. Análisis ecuaciones que relacionan PGV/PGA con parámetros sísmicos	36
3.2.2.2. Reconstrucción ecuación de <i>Wald et al.</i>	38
3.2.3. Construcción curvas Mw- Δ -MMI	41
3.3. Curvas Mw- Δ -Nivel de peligro	43
3.3.1. Selección de datos	43
3.3.1.1. Escenarios sísmicos	43
3.3.1.2. Puntos de interés	44
3.3.2. Análisis y verificación de resultados	45
3.3.2.1. Verificación de datos extremos	45
3.3.2.2. Distribución de alturas	46
3.3.2.3. Distribución de distancias	49
3.3.3. Resultados construcción de curvas de nivel de peligro	51
3.3.3.1. Resultados por ciudad	51
3.3.3.2. Validación de los resultados	53
4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	57
4.1. Introducción	57
4.2. Comentarios generales	58
4.2.1. Curvas Mw- Δ -MMI	58
4.2.2. Curvas Mw- Δ -Nivel de peligro	58
4.2.3. Tratamiento de la información	58
4.2.4. Consistencia de los resultados	58

4.3. Ejemplo de aplicación	59
4.4. Mejoras que se podrían aplicar y trabajo futuro	61
CONCLUSIONES	63
A. DETALLE DE DATOS SISMICOS RECOPIRADOS Y FILTRADOS (ONEMI- CSN)	65
B. DATOS DE PUNTOS DE OBSERVACIÓN Y SIMULACIONES DE TSUNAMI REALIZADAS	125
B.1. Información puntos de observación	126
B.2. Información escenarios empleados para simulaciones	130
C. RESULTADOS DE SIMULACIONES	135
C.1. Arica	136
C.2. Iquique	137
C.3. Antofagasta	138
C.4. Coquimbo	139
C.5. Valparaíso	140
C.6. San Antonio	141
C.7. Constitución	142
C.8. Talcahuano	143
C.9. Ancud	144
D. Propuesta de curvas por ciudad	145
D.1. Arica	146
D.2. Iquique	147
D.3. Antofagasta	148
D.4. Coquimbo	149
D.5. Valparaíso	150

D.6. San Antonio	151
D.7. Constitución	152
D.8. Talcahuano	153
D.9. Ancud	154

REFERENCIAS	155
--------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1. Flujo de Información Actual (en negro) y aspectos añadidos (en rojo)	8
2.1. Cambio de coordenadas aplicado	16
2.2. Cambio de coordenadas aplicado (Vista en Planta) En línea punteada, el plano de falla	19
2.3. Posición de las distintas proyecciones posibles de los puntos en superficie sobre el plano de falla. A: Dentro del plano de falla. B: Dentro de la proyección de alguna de las aristas del plano de falla. C: Fuera de las proyecciones de las aristas del plano de falla	20
2.4. Caso esquemático general (Elevación)	21
2.5. Cambio de coordenadas aplicado	27
2.6. Distribución escenarios base de datos original: a) Mw 7.5, b) Mw 8.0, c) 8.5), y d) localización puntos de pronóstico originales	30
2.7. Ejemplo hipotético rectas iniciales. El algoritmo permitirá obtener rectas de igual pendiente, con el mínimo de eventos evaluados incorrectamente	32
3.1. Comparación de tres ecuaciones con datos del terremoto del sur de Perú de 2001	37
3.2. Comparación de tres ecuaciones con datos del terremoto de Tocopilla de 2007	38
3.3. Comparación de tres ecuaciones con datos del terremoto del Maule de 2010	39
3.4. Comparación de datos con ecuaciones tipo Wald evaluadas	41
3.5. Curvas finales de intensidad-magnitud-distancia	42
3.6. Comparaciones entre curvas construidas y datos reportados, por intensidad	43
3.7. Ubicación epicentro de escenarios seleccionados. Magnitudes, de izquierda a derecha, 7.5, 8.0 (1), 8.0(2) y 8.5	44
3.8. Ubicación de puntos de pronóstico de cada una de las nueve ciudades seleccionadas. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Arica, Iquique, Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, San Antonio, Constitución, Talcahuano y Ancud	46

3.9. Distribución alturas máximas de ola en función de la distancia al hipocentro, Valparaíso	47
3.10. Gráficas <i>box-plot</i> para la distribución de distancias al hipocentro por ciudad, generadoras de tsunami mayor	50
3.11. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami para Constitución	51
3.12. Ejemplo de evaluación curvas de nivel de peligro, para Coquimbo	54
4.1. Cambio de coordenadas aplicado	59
4.2. Evaluación reportes terremoto 1 de abril 2014 en curvas de intensidad	60
4.3. Determinación niveles de peligro esperados para la ciudad de Arica en base a rango de magnitudes estimadas para el terremoto del día 1 de abril de 2014	61
C.1. Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Arica	136
C.2. Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Arica. Los distintos colores denotan los diferentes niveles de peligro	136
C.3. Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Iquique	137
C.4. Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Iquique.	137
C.5. Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Antofagasta	138
C.6. Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Antofagasta.	138
C.7. Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Coquimbo	139
C.8. Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Coquimbo	139
C.9. Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Valparaíso	140
C.10. Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Valparaíso.	140
C.11. Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, San Antonio	141
C.12. Combinación Mw- Δ para puntos simulados, San Antonio.	141

C.13.Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Constitución	142
C.14.Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Constitución.	142
C.15.Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Talcahuano	143
C.16.Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Talcahuano.	143
C.17.Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Ancud	144
C.18.Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Ancud.	144
D.1. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Arica	146
D.2. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Iquique	147
D.3. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Antofagasta	148
D.4. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Coquimbo	149
D.5. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Valparaíso	150
D.6. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, San Antonio	151
D.7. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Constitución	152
D.8. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Talcahuano	153
D.9. Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Ancud	154

ÍNDICE DE TABLAS

1.1. Descripción Escala de Mercalli	12
2.1. Clasificación Niveles de Peligro según amplitud máxima (Fuente: SHOA)	28
3.1. Distribución reportes 2011-2014 por intensidad	36
3.2. Distribución magnitudes eventos 2011-2014	36
3.3. Sismos registrados por red de acelerógrafos para evaluación	36
3.4. Error absoluto medio por sismo y total, para cada ecuación	37
3.5. Distribución reportes red de acelerógrafos por Intensidad	39
3.6. Distribución reportes 2015 por intensidad	40
3.7. Distribución magnitudes eventos 2015	40
3.8. Error por intensidad para cada modelo PGA-MMI planteado	40
3.9. Error total considerando solo intensidades IV-VIII	41
3.10. Cantidad de escenarios seleccionados por magnitud	44
3.11. Cantidad de puntos de pronóstico por ciudad	45
3.12. Comparación escenarios que producen caso extremo en <i>EasyWave</i> y valor asociado en <i>COMCOT</i>	47
3.13. Distribución simulaciones por nivel de peligro alcanzado	48
3.14. Índice de peligrosidad ciudades	49
3.15. Resultados aplicación algoritmo propuesto (\bar{s} : pendiente, c_i : interceptos)	51
3.16. Datos de sismos 2014, 2014 y 2015 con presencia de tsunami destructivo	53
3.17. Amplitud máxima de ola registrada por mareógrafos durante tsunamis de 2010, 2014 y 2015	53

3.18. Distancia al hipocentro entre mareógrafos y sismos de 2010, 2014 y 2015	54
3.19. Error en la estimación del nivel de peligro para los eventos estudiados (en cantidad de niveles). n/d: no hay datos	55
4.1. Parámetros del terremoto de Iquique, 1 de abril de 2014	59
4.2. Reportes del terremoto de Iquique, 1 de abril de 2014	60
A.1. Reportes de sismos entre octubre y diciembre de 2011	65
A.2. Reportes de sismos de 2012	69
A.3. Reportes de sismos de 2013	80
A.4. Reportes de sismos de 2014	89
A.5. Reportes de sismos de 2015	106
B.1. Puntos de observación, Arica	126
B.2. Puntos de observación, Iquique	126
B.3. Puntos de observación, Antofagasta	126
B.4. Puntos de observación, Coquimbo	127
B.5. Puntos de observación, Valparaíso	127
B.6. Puntos de observación, San Antonio	128
B.7. Puntos de observación, Constitución	128
B.8. Puntos de observación, Talcahuano	129
B.9. Puntos de observación, Ancud	129
B.10. Escenarios de magnitud Mw 7.5 empleados para obtención niveles de peligro	130
B.11. Primera corrida de escenarios de magnitud Mw 8.0 empleados para obtención niveles de peligro	131
B.12. Segunda corrida de escenarios de magnitud Mw 8.0 empleados para obtención niveles de peligro	132
B.13. Escenarios de magnitud Mw 8.5 empleados para obtención niveles de peligro	133
D.1. Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Arica	146

D.2. Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Iquique	147
D.3. Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Antofagasta	148
D.4. Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Coquimbo	149
D.5. Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Valparaíso	150
D.6. Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, San Antonio	151
D.7. Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Constitución	152
D.8. Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Talcahuano	153
D.9. Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Ancud	154

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en Chile existe un protocolo detallado respecto del proceder de las principales entidades involucradas en la evaluación, comunicación y monitoreo de un evento sísmico de mayor magnitud, y la potencialidad de la ocurrencia de un tsunami. Dentro de este procedimiento, las instituciones mayormente implicadas en el análisis de la situación dada son tres. En primer lugar, se tiene al Centro Sismológico Nacional (CSN), que posee la instrumentación necesaria para inicialmente caracterizar y luego corregir datos técnicos de los sismos, tales como la magnitud, la profundidad y la ubicación del epicentro. Estos datos son recibidos por la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI), que a través de su Centro de Alerta Temprana (CAT) se encarga del monitoreo de la evolución de la emergencia, recibiendo reportes de intensidades provenientes de los distintos puntos del país desde donde fue percibido el sismo, de la emisión de las órdenes de evacuación preventiva correspondientes, y de la entrega de las últimas informaciones a los medios de comunicación y, por extensión, a toda la población. Finalmente, el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), determina si existe peligro de tsunami para las costas de Chile, tanto para eventos de campo cercano (dentro del territorio nacional) como lejano (fuera del territorio) y enviar la información y sus correspondientes actualizaciones a ONEMI. Es importante mencionar que para efectos de este trabajo solo son considerados eventos de campo cercano, que se definen como aquellos que ocurren muy próximos a las costas chilenas, implicando tiempos de arribo de las primeras olas inferior a 30 minutos en los puntos más cercanos al epicentro.

Dada la estructura de este protocolo, se presentan ciertas dificultades a la hora de definir el área que se vería eventualmente comprometida por un tsunami luego de la ocurrencia de un sismo de mayor magnitud. Los primeros minutos después de un sismo, ONEMI debe esperar para recibir la información desde el SHOA respecto de la necesidad de evacuar las zonas costeras a nivel nacional, presentándose una incertidumbre importante frente a la toma de decisiones que debe aplicar ONEMI, puesto que desconoce los potenciales efectos de la situación ocurrida. Es por esto que surge la necesidad de plantear un método para que ONEMI pueda hallarse alerta antes de recibir la información desde el SHOA, y para ello se propone que aproveche el uso de la primera información que obtiene en forma directa; la Intensidad Modificada de Mercalli.

Este planteamiento consiste en la utilización de gráficas que relacionan empíricamente la intensidad reportada con la magnitud, en función de la distancia mínima al hipocentro. A su vez, estas gráficas se asocian directamente con el nivel de peligro que presentaría el tsunami a través de la magnitud previamente definida y la distancia al hipocentro existente desde el punto de interés.

Se ha recurrido a la información disponible de reportes de intensidad registrados por ONEMI entre los años 2011 y 2014, considerando que desde aquel año comenzó a crearse una base de datos de elaboración propia en la institución. Con estos datos se ha procedido a obtener, mediante la utilización de ecuaciones empíricas preexistentes como base, una relación entre la distancia mínima al hipocentro y la magnitud, a partir de la intensidad con la cual se percibe un sismo en algún sitio en particular. Las ecuaciones empíricas seleccionadas se han comparado, modificado y verificado con datos de la misma base de datos, pero de 2015, a través de un proceso iterativo que busca la combinación de ecuaciones que mejor se adapte al conjunto de datos recolectado.

Por otro lado, para relacionar estas curvas con el nivel esperado de tsunami (dividido en cuatro categorías, según la amplitud máxima esperada de ola, dada por el SHOA), se han creado curvas adicionales para poder lograr una categorización de estos, evaluándose también mediante la combinación entre magnitud y distancia mínima al hipocentro, de tal manera que es posible superponer ambas. Dada la escasa cantidad de datos medidos de tsunami disponibles, ya sea por falta de instrumentación histórica, o por su destrucción durante un tsunami, se ha decidido recurrir a la obtención de datos a partir de la simulación de escenarios, utilizando un software llamado *EasyWave* (Babeyko, 2012). Este software es capaz de propagar una deformación inicial en el fondo marino (dada por un sismo) y, por consiguiente, una deformación en la superficie del océano, hacia la costa. Así, se obtiene la serie de tiempo correspondiente en cada uno de los puntos de interés requeridos por el usuario. A través de la selección de escenarios y la determinación de los puntos de interés, se consiguen gráficas que definen la variación que sufre la amplitud máxima percibida en dichos puntos a partir de un tsunami según la ubicación del origen del sismo.

En este trabajo se revisa y aplica el método expuesto para definir esta relación sismo-tsunami para nueve ciudades costeras chilenas. Lo anterior bajo el enfoque de que si bien la percepción de un sismo puede asumirse como relativamente similar entre distintas ciudades (bajo ciertas suposiciones), la forma como impacta un tsunami es altamente variable según la locación, incluso en el caso de que un tsunami de similares características se origine a una misma distancia respecto de dos ciudades distintas.

Así, el producto final permite evaluar el impacto tsunamigénico eventual en distintas locaciones del país, a partir de los primeros parámetros que se obtienen (intensidad y su distribución espacial asociada), incorporando mayor información en los instantes posteriores a un sismo. Consecuentemente, se facilitan los protocolos existentes y se añade una herramienta adicional de evaluación que, aunque redundante, permite incrementar la certeza de la situación que se avecina para parte del territorio nacional luego de un sismo de magnitud considerable.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Crear una metodología que permita obtener una primera estimación de alerta preventiva de tsunami para distintas ciudades costeras chilenas luego de ocurrido un sismo, basada en la Intensidad Modificada de Mercalli y la distancia al hipocentro.

Objetivos Específicos

- Determinar empíricamente la relación existente entre magnitud, distancia mínima al hipocentro e intensidad modificada de Mercalli, estableciendo a su vez una relación con el nivel de peligro que presentaría el eventual tsunami.
- Recopilar datos de reportes sísmicos ocurridos en los últimos seis años en el país, filtrando aquella información que no revista mayor relevancia para el caso estudiado.
- Establecer un método para determinar la distancia mínima al hipocentro, de acuerdo a la posición relativa del punto de interés respecto del plano de falla.
- Analizar determinados conjuntos de ecuaciones para definir cuál de ellos responde mejor a las características de los sismos ocurridos en Chile respecto de la relación entre los parámetros sísmicos y la intensidad de Mercalli.
- Generar simulaciones numéricas de tsunami para suplir la escasez de registros de altura de ola históricos en el país.
- Validar los resultados mediante la comparación de nuevos datos con los resultados obtenidos.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Desarrollo de sistemas de alerta

1.1.1. Requisitos planteados de acuerdo al estado del arte

En los últimos años, la sociedad ha podido apreciar con desasosiego las devastadoras imágenes que han dejado distintos tsunamis ocurridos alrededor del mundo. Eventos como el de 2004 en el sudeste asiático, de 2010 en el centro-sur de Chile, y de 2011 en el este de Japón, han permitido exponer aún más las dificultades que presentan estos desastres naturales para ser controlados y mitigados, desafío que se mantiene el día de hoy, y por el cual se trabaja incansablemente.

Es posible inferir que las comunidades y organizaciones mundiales han sido extremadamente reactivas a la hora de diseñar sistemas que permitan predecir, evaluar y reducir los efectos de un tsunami, tendiéndose a proceder en función de los problemas presentados una vez ocurrida la emergencia. Si bien es extremadamente difícil predecir cómo un tsunami impactará las costas, dado que se desconoce cómo se originará y evolucionará en su camino hacia ellas, se busca que las comunidades sean más proactivas, con la intención de lograr una alta resiliencia de parte de éstas en el futuro.

Bernard and Titov (2015), sugieren que los sistemas de alerta, monitoreo y evaluación debieran ser capaces de cumplir con el requisito principal de que la evaluación del potencial destructivo del tsunami se realice a través de la energía que este transporta, conociéndose así su magnitud y potencial destructivo en forma directa, a diferencia de cuando se predice en función de las características del sismo, que no siempre son del todo confiables. De este modo, los resultados proporcionados por los sistemas debieran consistir en una estimación de las particularidades del tsunami y su nivel de inundación, además del detalle de la distribución de las corrientes, especialmente en los puertos, donde es crítico que estas sean conocidas.

Es importante indicar que estas sugerencias deben implementarse en la medida que los sistemas de alerta de cada región o país permitan su aplicabilidad, es decir, se debe considerar el contexto económico y de factibilidad en el desarrollo de las herramientas que se necesitan para lograr resultados satisfactorios, por lo que es de suma importancia que las mejoras se apliquen en forma gradual, y en coherencia con lo que cada sitio es capaz de realizar.

1.1.2. Sistema actual en Chile

El sistema actual de monitoreo en Chile aún se basa en la estimación del peligro de un tsunami basada en los parámetros descriptores del sismo previo, existiendo tres entidades encargadas de desarrollar labores complementarias para enfrentar la emergencia, y que colaboran entre sí para recopilar información de cada evento ocurrido en el país.

En primer lugar se encuentra el Centro Sismológico Nacional (CSN), organismo encargado de recabar, validar y corregir información técnica del sismo, como por ejemplo magnitud, coordenadas del epicentro y profundidad, entre otros datos. Para obtener esta información, el Centro dispone de una red sismológica nacional compuesta de sismógrafos, acelerógrafos y un sistema global de posicionamiento. Estos miden velocidad, aceleración y desplazamiento del suelo, respectivamente.

Luego se tiene al Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), que a través del Sistema Nacional de Alarma de Maremotos (SNAM) existente desde 1996, se hace cargo del monitoreo de las dos boyas tipo DART ubicadas frente a las costas chilenas y de las 38 estaciones de nivel de mar ubicadas a lo largo del país y en territorios insulares, que entregan información constante en tiempo real. Además se encarga de evaluar el peligro de tsunami para las costas chilenas, con un tiempo máximo de cinco minutos para emitir un primer informe luego de un sismo, y actualizar los niveles de peligro que se presentan a partir de tales evaluaciones. La institución determina tiempos de arribo, a través de un *software* denominado *Tsunami Travel Time Calculation for the South American Region*, y amplitudes estimadas de oleaje en colaboración con entidades extranjeras, tales como *Pacific Tsunami Warning Center* (PTWC) y *United States Geological Survey* (USGS).

Finalmente, la labor de receptor y recopilar la información obtenida por CSN y SHOA, además de liberarla a la población, recae en la Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior y Seguridad Pública (ONEMI). Esta última además recolecta un conjunto de reportes de la percepción del sismo, a través de la intensidad modificada de Mercalli, proveniente de informantes localizados extensivamente dentro del territorio nacional.

En este sistema, se presentan tres problemáticas fundamentales a la hora de enfrentarse a una emergencia de este tipo.

En primer lugar, existen condiciones desfavorables asociadas a la naturaleza del flujo de la información entre las tres entidades mencionadas anteriormente, que causa una demora importante en el tiempo que ONEMI debe esperar para poder liberar información a la comunidad, puesto que debe recibir la información pertinente desde el SHOA antes de poder tomar las primeras acciones informa-

tivas y preventivas. SHOA dispone de cinco minutos para realizar la evaluación de peligro de tsunami correspondiente.

Asociada también al flujo de la información, existe incertidumbre respecto a la ubicación exacta desde donde se envían los diferentes reportes de intensidad provenientes de las distintas oficinas regionales de ONEMI y que llegan al Centro de Alerta Temprana (CAT) en su oficina central. Esta situación dificulta el proceso de identificación de datos de intensidad apropiados, ya que es incierto si existen variables del entorno que están afectando a la percepción del sismo, tales como la altura o el tipo de suelo donde está ubicado el informante respectivo. Esto se soluciona en parte mediante el contraste de reportes desde un mismo sitio, que deben ser coherentes antes de ser dados por válidos.

El tercer problema que se presenta solo ha sido subsanado parcialmente, y tiene que ver con la asignación que existía hasta 2014 aproximadamente, del área asignada como de peligro, y que debía ser evacuada luego de un sismo. Hasta ese entonces bastaba con que se reportara una intensidad igual o superior a VII en alguna localidad costera para que la orden de evacuación fuese emitida para casi la totalidad del territorio nacional, generalmente abarcando desde la región de Arica y Parinacota hasta la de Los Lagos, incluyendo territorios insulares. Para acotar las zonas a evacuar luego de algún evento, y de este modo reducir la movilización innecesaria de recursos en puntos que no se verán afectados por el tsunami, se implementó en 2015 el Sistema Integrado de Predicción y Alerta de Tsunamis (SIPAT). Sin embargo, aún existe la imposibilidad de que ONEMI posea rapidez a la hora de evaluar preliminarmente la emergencia, lo que da pie a la necesidad de implementar una herramienta que le otorgue esta capacidad a la institución. A todo esto se suman otros cambios incorporados recientemente, que guardan relación con los estados de alerta definidos por ONEMI y que conllevan determinados canales de información oficiales, como protocolos de evacuación. Estos estados son cuatro: Estado de Precaución, Evacuación Preventiva, Alerta de Tsunami y Alarma de Tsunami. El primero solo requiere alejamiento de la línea de costa en al menos 80 metros, mientras que los otros tres exigen ubicarse como mínimo a una cota de 30 metros sobre el nivel del mar. En estos mismos tres casos se recurre al Sistema de Alerta de Emergencia (SAE) en conjunto con la activación de sirenas en los lugares donde estén disponibles y el trabajo en terreno de profesionales del Sistema de Protección Civil (SPC). El Estado de Precaución corresponde al único caso en el que no se activan las sirenas. Todo esto puede aunarse con la nueva herramienta propuesta para determinar previo a la recepción de la información proporcionada a ONEMI el estado de alerta más probable para cada región o localidad. La Figura 1.1 muestra el flujo de información actual entre las instituciones y los datos que cada una obtiene, monitorea y envía.

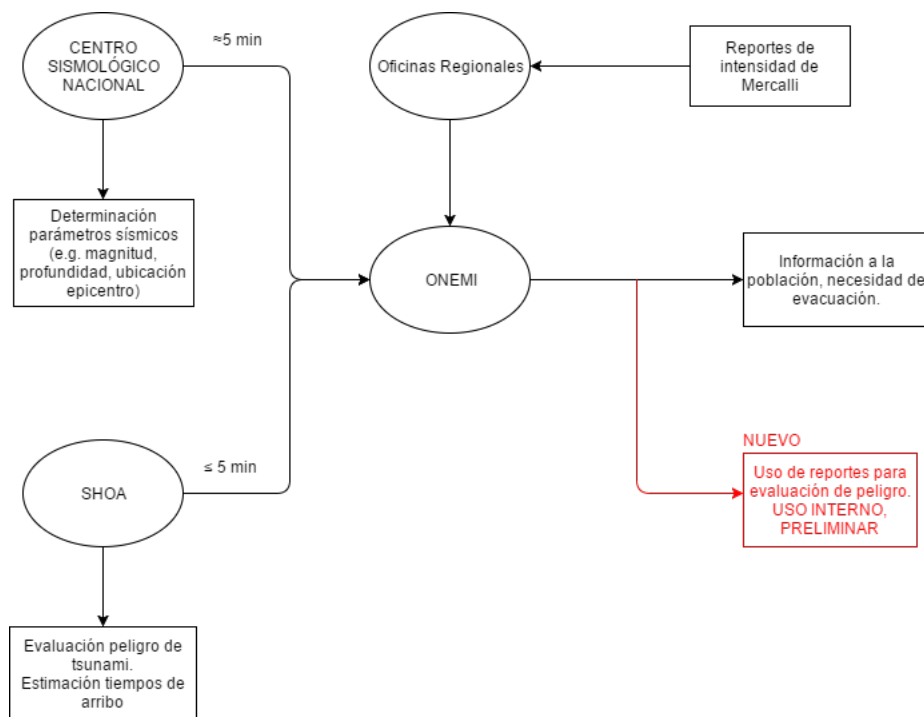


Figura 1.1: Flujo de Información Actual (en negro) y aspectos añadidos (en rojo).

1.1.3. Necesidad de mejora en Chile

La necesidad de aplicar estos cambios surge, en primer lugar, por la obligación permanente que existe de incrementar la calidad y capacidad predictiva de los sistemas de emergencia, de tal manera que estos aumenten su confiabilidad conforme pasa el tiempo. Resolver los problemas planteados en el presente capítulo corresponde a un paso crítico si se desea alcanzar los estándares de calidad mundiales, y específicamente de Japón. En otras palabras, se busca generar un avance que se enmarque dentro de lo que en este momento es posible, esto es, a través de un sistema complementario que otorgue mayor autonomía y tiempo de preparación a ONEMI, que aunque por ahora implique solo redundancia, da pie para que se logren mayores avances sustanciales en un futuro cercano.

1.2. Sistemas internacionales

La evolución de los sistemas de predicción y alerta de tsunamis está marcada por el devastador tsunami de 2004 en el sudeste asiático (*Bernard and Titov, 2015*), que constituye un punto de inflexión en el desarrollo de nuevas tecnologías de mitigación. A continuación se describen sucintamente los esfuerzos realizados en Japón y otras partes del mundo para llegar a los sistemas que se emplean hoy en día.

1.2.1. Historia del sistema japonés

Japón posee un amplio historial de sismos y tsunamis. Esto sumado a su fuerte economía a lo largo de la historia ha permitido que sea un país a la vanguardia respecto a lo que a sistemas de predicción de eventos de este tipo. Una característica destacada de la población de Japón es que es capaz de aprender de sucesos pasados con rapidez, sabiendo cómo actuar cuando ocurre un suceso similar. Por ejemplo, en 1896 se presentó un gran tsunami en la región de Sanriku, que fue precedido por un terremoto débilmente percibido, a pesar de poseer una magnitud de momento de 8.5. Esto causó que las personas no se decidieran a evacuar los puntos más próximos a la costa. Sin embargo, en 1933, es decir, solo 37 años después del tsunami anterior, un nuevo tsunami azotó la misma zona, esta vez precedido de un terremoto que sí fue percibido fuertemente, alcanzando este una magnitud de momento de 8.4. Dada la experiencia reciente, la población se alejó de la costa por iniciativa propia, resguardándose a tiempo de la catástrofe. El actuar instintivo de los habitantes logró reducir enormemente la cantidad de fallecimientos producto del tsunami, bajando de más de 20000 en 1896 a poco más de 1500 en 1933.

Esta situación motivó a Japón a crear un sistema centrado en terremotos para generar alertas de evacuación preventivas de tsunami. Así, en 1941, Japón se convierte en el primer país en poseer un sistema instrumental de alerta ubicado en Sendai. Este sistema, basado en el uso de sismómetros y predicciones empíricas basadas en tsunamis anteriores, permitía obtener información en 20 minutos. En 1946, el mismo sistema se amplía para todo el territorio japonés, quedando en 1952 a cargo de una sola entidad, la *Japan Meteorological Agency* (JMA).

Hacia 1999, el sistema había evolucionado de tal forma que la locación, tamaño y la amplitud esperada de la ola del tsunami eran liberadas tras tan solo tres minutos de transcurrido un sismo. Estas estimaciones se realizaban a través de escenarios pre-computados, de tal forma que dadas las características del sismo se buscaba a través de un algoritmo el escenario virtual con mayor similitud, para así estimar los efectos del sismo real ocurrido.

Este mismo método se mantuvo hasta después del tsunami generado por el terremoto de Tohoku de 2011. Durante aquel evento se subestimó inicialmente la magnitud del sismo, por lo que se indicó un nivel de peligro más bajo que el real, procediéndose de acuerdo a tal nivel. Por este motivo, un sismo que debió haber obligado la evacuación inmediata de la población costera no motivó mucho más que evacuaciones por iniciativa propia de las personas. Las consecuencias de aquello obligaron a Japón a desarrollar metodologías más complejas, que no habían sido modificadas con posterioridad al tsunami que afectó al Sudeste Asiático en 2004 pese a los esfuerzos colectivos por mejorar los sistemas a nivel mundial.

Hoy en día, Japón utiliza complejas bases de datos con escenarios pre-computados, y ha sumado a aquello la utilización de instrumentos capaces de entregar información de la evolución de la superficie libre del océano en tiempo real (e.g. Boyas tipo DART, GPS diferencial, observatorios cableados), con lo que se ha alcanzado una preparación mucho mayor para enfrentar este tipo de desastres naturales. Es importante destacar también que el territorio japonés se encuentra dividido en 66 secciones de

predicción que reciben distintos niveles de advertencia dependiendo de su ubicación, por lo que se tiene una importante segregación de la emergencia, facilitándose el accionar de las autoridades en el proceso de evacuación. Por último, algo que no debe ser omitido es el complejo sistema de transmisión de la información que ellos poseen, compuesto por múltiples vías de comunicación, tanto privadas entre autoridades como de dominio público (televisión, teléfonos celulares, etc.), para dar el máximo alcance y difusión en el menor tiempo posible (*Japan Meteorological Agency*, 2013).

1.2.2. Pasos hacia la creación de un método global

La coordinación de un sistema de emergencia que englobase a todos los territorios que pudieran sufrir los efectos de un tsunami se gestó a partir de una serie de eventos que fueron atrayendo el interés colaborativo de más países a medida que los eventos fueron ocurriendo. (*Bernard et al.*, 2006)

Los orígenes de un sistema que abarca principalmente al Océano Pacífico y territorios aledaños, se remontan a 1949, cuando se inaugura en Hawái un centro de alerta de tsunamis. Su creación surge como respuesta preventiva luego de un tsunami ocurrido en las islas Aleutianas tres años antes. Este mismo centro pasa a denominarse como *Pacific Tsunami Warning Center* (PTWC) en 1965, luego de que la Organización de las Naciones Unidas coordinara la creación de un sistema que permitiese alertar a todo el Pacífico de tsunamis generados lejos de sus costas, es decir, de campo lejano. Todo esto se origina luego de ocurrido los terremotos y tsunamis de Valdivia de 1960 y de Alaska de 1964, que afectaron al Pacífico completo.

Hacia 1995, los productos de medición del peligro le daban énfasis al monitoreo de terremotos y el procesamiento de los datos sísmicos, estableciendo una relación entre las magnitudes del sismo y del tsunami. Japón, por ejemplo, era capaz de definir un sismo en tres minutos, realizando la predicción del tsunami basándose en tsunamis históricos y la magnitud del sismo previo. Por su parte, Estados Unidos tenía la capacidad de definir el nivel de alerta local en cinco minutos, mientras que el distante; en quince.

El problema de este sistema, es que generó un número elevado de falsas alarmas, al no existir una relación estrictamente directa entre magnitud de un sismo y peligro de tsunami. Es por este motivo que el PTWC, tras una combinación de eventos, dentro de los que se encuentra el tsunami de 2004 en el Océano Índico y una serie de falsas alarmas originadas para Hawái, decide finalmente intentar predecir el potencial de inundación del sismo mediante la medición del tsunami lejos de la costa, para además contribuir a la evaluación de campo lejano. Para ello se crean modelos predictivos y se procede a la instalación de boyas tipo DART, para que a través de sus mediciones del nivel del mar, se proceda con la estimación correspondiente en la costa.

1.3. Consideraciones especiales del método

El método desarrollado en el presente trabajo ha empleado datos históricos de sismos y reportes de intensidades, así como también el uso de simulaciones de tsunamis utilizando software para construir, contrastar, verificar y evaluar curvas que relacionen tanto distancia y magnitud con intensidad, así como con el nivel de peligro que presentará el tsunami. Para ello se han realizado una serie de pruebas contrastando los datos recopilados con ecuaciones empíricas, y se ha seleccionado aquella combinación considerada como más apropiada para representar los datos. Por otro lado, se ha debido diseñar un método para determinar las combinaciones de distancia-magnitud que producen los distintos niveles de tsunami posibles. Según la clasificación dada por SHOA, un tsunami se considera instrumental si la amplitud máxima de ola es inferior a treinta centímetros; menor, entre treinta centímetros y un metro; intermedio, entre uno y tres metros; y finalmente mayor si supera los tres metros de amplitud.

Es importante destacar que tanto el método nacional como el japonés pueden sufrir de falsas alarmas, situación que es clave en la ejecución de protocolos más sofisticados en el enfrentamiento de la emergencia. En general, lo que evita la propagación de falsas alarmas es el monitoreo permanente de la evolución del tsunami por parte de las distintas instituciones involucradas. En el caso de Japón, gracias a la instrumentación disponible, JMA posee la facultad de evaluar el tsunami en tiempo real en múltiples puntos mar adentro y en la costa. A esto se suman los múltiples canales de comunicación existentes, que facilitan la rápida actualización y control de la emergencia. En el caso de Chile, para alcanzar dichos niveles de control sobre falsas alarmas, también se recurre a monitoreo permanente. Dadas las inferiores condiciones de instrumentación y, sobretodo, de las características del flujo de la información, se propone en este trabajo el fortalecimiento de la redundancia en la evaluación tanto en SHOA como en ONEMI, para garantizar que no se presenten dificultades técnicas y de control, que propaguen información en forma errónea o a destiempo.

La Figura 1.1 exhibe (en rojo) los eventuales cambios que sufriría el sistema actual al incorporar la evaluación del peligro de tsunami empleando los reportes de intensidad que se reciban en la oficina central desde otros puntos del país, y cuyas consideraciones se detallan en las secciones a continuación.

1.3.1. Motivos para incorporar la utilización del método propuesto

La necesidad de aplicar el método planteado en este trabajo surge debido a las dificultades que existen durante los primeros instantes luego de ocurrido un sismo de magnitud considerable (i.e. mayor a 7.0). Su importancia radica en la implementación de mayor redundancia y manejo de información previo a la evaluación del SHOA, que hoy en día ONEMI no posee, y que por lo tanto contribuirían a que pueda encontrarse mejor preparada tanto en caso de tsunami inminente. De este modo se estaría, por un lado, aprovechando una información que hoy en día es recibida por ONEMI, pero que no presenta mayor utilidad a la hora de la evaluación (reportes Mercalli), y por otra parte se le entregaría mayor autonomía a ONEMI para ejecutar una decisión inicial del estado de alertamiento, para luego

ser apoyada o corregida en función de los datos proporcionados por CSN y SHOA unos minutos después. La implementación consta de tres etapas, que son descritas en las secciones siguientes.

1.3.2. Obtención de reportes de IMM

La escala de Intensidad Modificada de Mercalli (IMM) corresponde a una gradación de los efectos de un sismo, a través de la percepción y observación de los daños causados. Esta se encuentra dividida en doce grados, que abarcan desde sismos no percibidos (I), hasta destrucción total (XII). La Tabla 1.1 muestra una breve descripción de cada uno de los grados en los que se subdivide esta escala. Actualmente, ONEMI recibe múltiples reportes de Intensidades de Mercalli provenientes desde los distintos puntos del país donde algún informante ha percibido un sismo. Estos datos son recopilados y comparados, definiéndose una Intensidad para cada localidad. Esta información hoy en día no presenta mayor utilidad, por lo que se busca otorgarle un uso específico en este trabajo.

Tabla 1.1: Descripción Escala de Mercalli (Fuente: SHOA).

Intensidad	Descripción
I	Imperceptible para la mayoría de la población.
II	Perceptible para personas en reposo en los pisos altos de los edificios.
III	Puede percibirse al interior de edificios, aunque puede no ser identificado como sismo dada la naturaleza de la vibración.
IV	Existe oscilación notoria de objetos colgantes, existiendo crujido de puertas y ventanas. Perceptible en interiores y con dificultad en el exterior.
V	Perceptible en el exterior. Objetos ligeros pueden volcarse. Se puede estimar la dirección principal del sismo. Si ocurre de noche, las personas se despiertan.
VI	Fácilmente perceptible para la población. Existe dificultad para caminar. Caen objetos de repisas y paredes. Pueden presentarse grietas en estucos.
VII	Dificultad para mantenerse en pie. Puede existir caída de elementos arquitectónicos de edificios. Daños variables en estructuras de albañilería de acuerdo a su calidad constructiva. Pueden existir deslizamientos de tierra.
VIII	Es difícil conducir un vehículo. Se presentan grietas en el suelo. Pueden haber daños de consideración incluso en estructuras de albañilería bien construidas. Pueden presentarse daños leves en otras estructuras.
IX	Estructuras de albañilería sufren colapso o daño severo. Se dañan las redes de gas y agua. Daño en fundaciones de casas de madera.
X	Estructuras de madera y puentes destruidos. Represas y diques sufren daños. Desvíos de los cauces naturales de ríos. Deformación leve de vías férreas.
XI	Destrucción de redes de servicios básicos. Colapso de la mayoría de las estructuras. Fuerte deformación de vías férreas.
XII	Daño total. Grandes desplazamientos de tierra. Distorsión de niveles y perspectivas.

1.3.3. Obtención de parámetros sísmicos (magnitud y distancia al hipocentro)

Con el conjunto de reportes seleccionados y filtrados, es posible estimar la distancia a la que se encuentran las distintas localidades respecto del epicentro, basándose en la hipótesis de que la intensidad aumenta conforme se está más cerca del epicentro. Así, dadas la distribución de intensidades y su valor, se puede obtener una primera aproximación de su ubicación. Luego, las distancias respectivas pueden ser determinadas para así, ingresando a la gráfica de intensidad correspondiente y en combinación con la distancia, obtener una estimación inicial de la magnitud del sismo.

1.3.4. Obtención de nivel de tsunami esperado

Con esta magnitud, se evalúa finalmente el nivel de peligro asociado al tsunami esperado. Esto a través de las gráficas individuales construidas a partir de simulaciones para cada ciudad contemplada. De esta manera, la combinación magnitud-distancia entregará una noción de qué tan grave puede esperarse que sea el tsunami, y por lo tanto se puede proceder en los pasos que deberá tomar la institución en el camino a la mitigación y control de la emergencia.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

2.1. Introducción

En el presente capítulo se describen en detalle los procesos que componen cada una de las etapas de este trabajo. En términos globales el trabajo está constituido por tres etapas principales, más una serie de pasos intermedios dentro o entre cada una de ellas. Las primeras dos etapas corresponden al proceso de construcción de curvas que relacionen Intensidad Modificada de Mercalli (IMM), Distancia al Hipocentro (Δ) y Magnitud de Momento (M_w); y Nivel de Peligro de tsunami, Δ y M_w , respectivamente, mientras que la tercera corresponde a la determinación de una relación entre ambas mediante la validación de su consistencia, a través de la evaluación de eventos ya acontecidos. Las dos primeras etapas incluyen los procesos de recepción y filtrado de la información, más uso de ecuaciones y/o software para relacionar los datos, además de los procesos individuales de verificación y validación de los resultados. De este modo, los procesos llevados a cabo en pos del cumplimiento de los objetivos planteados se describen a continuación.

2.2. Construcción de curvas M_w - Δ -MMI

Para construir las curvas que permitan establecer una relación entre intensidad, distancia y magnitud, se han seguido los siguientes pasos. En primer lugar, se han recopilado y filtrado los datos proporcionados para tales efectos, conformados por magnitud, ubicación de epicentro y detalle de los reportes de intensidad recopilados entre 2011 y 2014 por ONEMI y CSN. Luego ha sido necesaria la creación de un algoritmo para el cálculo de distancias hipocentrales (para así tener la profundidad en consideración) y posteriormente se ha procedido con un análisis de las ecuaciones de Wald et al. (1999) para su potencial uso para los sismos chilenos. A continuación se ha determinado la relación empírica más adecuada para caracterizar la aceleración máxima del suelo a través de la comparación de estas con algunos datos de acelerógrafos locales, y finalmente caracterizado la relación buscada

mediante la combinación de las ecuaciones anteriores, validándose a partir de un nuevo conjunto de sismos. La Figura 2.1 muestra estos pasos en un diagrama de flujo simplificado.

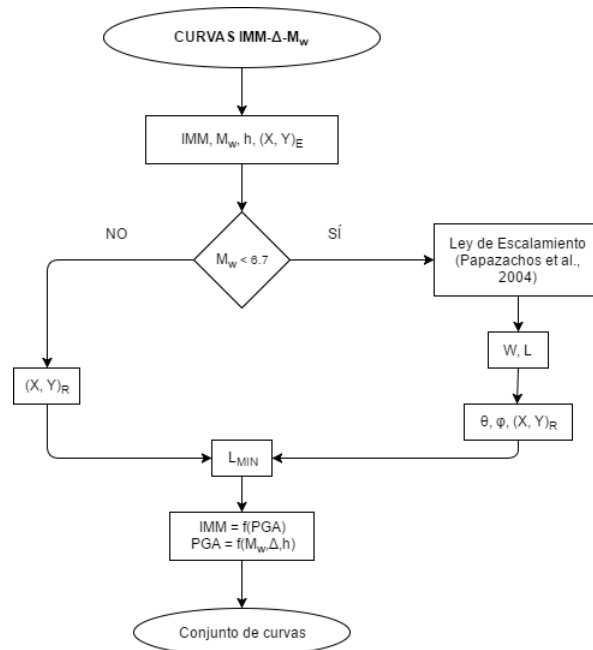


Figura 2.1: Cambio de coordenadas aplicado.

2.2.1. Proceso de selección y clasificación de la información de sismos

Los datos de Intensidades de Mercalli reportados por sismo, han sido proporcionados por ONEMI para el período comprendido entre octubre de 2011 y diciembre de 2014. Esta base de datos se emplea para facilitar la identificación de aquellos eventos que han sido percibidos y notificados a las autoridades por la población, considerando que la gran mayoría de los sismos que ocurren diariamente en el territorio nacional son imperceptibles para los humanos, o simplemente no son reportados. Con esta información es posible buscar, contrastar y complementar los reportes con los registros que posee el Centro Sismológico Nacional, como un modo de evaluar la consistencia de los datos. De esta manera, se obtiene magnitud de momento, latitud y longitud del epicentro, profundidad del foco, y el conjunto de intensidades de Mercalli correspondiente a los reportes recibidos por ONEMI para cada sismo.

A continuación se procede a la filtración de los datos. Esta se lleva a cabo a través de dos criterios, uno para descarte de eventos, y otro para descarte de reportes. Dado que el objetivo es emplear curvas de intensidad para determinar peligro de tsunamis, es que el primer criterio consiste en descartar aquellos sismos cuyo epicentro se encuentre lejano a la costa, es decir, a más de 30 kilómetros respecto de ella, puesto que se reducen considerablemente las probabilidades de generar un tsunami y además aumenta la probabilidad de que el sismo descartado corresponda a un sismo de tipo intraplaca.

Mediante el segundo criterio, se descartan aquellos reportes provenientes desde localidades ubicadas

a distancias superiores a 20 kilómetros de la costa, ya que no pueden verse afectadas por un tsunami, especialmente si se encuentran lejos de ríos o esteros, que eventualmente podrían contribuir a causar inundación lejos de la costa. Es importante destacar que aquí se ha tenido que definir un criterio para establecer las coordenadas de procedencia de los distintos reportes, puesto que se desconoce desde qué punto con exactitud han sido enviados. Es por esto que las coordenadas de la comuna corresponden a la ubicación de su asentamiento principal de dicha comuna. Sin embargo, existen comunas cuya delimitación territorial abarca una franja costera, a pesar de que su punto de mayor importancia se encuentre lejano a esta (e.g. Copiapó). En estos casos, se han conservado los reportes desde dichas comunas, puesto que potencialmente los asentamientos que puedan existir en tal franja pueden verse impactados por un tsunami.

Es importante destacar que un segundo grupo de sismos se recibió desde ONEMI, con sismos ocurridos en el período comprendido entre enero y octubre de 2015, cuyo tratamiento es idéntico al empleado para los datos anteriores. Este conjunto de datos se ha utilizado para efectos de la validación de los resultados obtenidos con el método planteado.

2.2.2. Algoritmo para el cálculo de distancia mínima al plano de falla

Durante el desarrollo de este trabajo, se emplean una serie de formulaciones de carácter empírico, cuyos parámetros incluyen la distancia mínima al hipocentro, correspondiente a la menor distancia existente entre el punto de interés y el plano de falla del sismo, dada la posición del foco. Para efectos de este cálculo se debe confeccionar un método que permita calcular esta distancia mínima conociéndose las dimensiones de la falla.

Para el cálculo de las dimensiones del plano de falla, se recurre a las ecuaciones de *Papazachos et al.* (2004). En ellas, a partir de la magnitud de momento sísmico se obtiene una estimación del ancho y largo del plano de falla, dependiendo del tipo de sismo. Para sismos de subducción interplaca, las ecuaciones son válidas para el rango de magnitudes de momento comprendidas entre 6.7 y 9.3. Para valores menores, las dimensiones del plano son ignoradas. Con base en esto, las distancias mínimas al hipocentro (o al plano de falla) son calculadas a partir de las formulaciones planteadas en las siguientes secciones.

2.2.2.1. Magnitud de momento inferior a 6.7

En estos casos, como las dimensiones del plano de falla son ignoradas, la distancia mínima será simplemente el valor de la hipotenusa del triángulo formado por la profundidad y la distancia horizontal entre el foco y el punto de interés en superficie. De este modo, la distancia queda definida por la ecuación 2.2.1.

$$L_{MIN} = \sqrt{h^2 + d^2}, \quad (2.2.1)$$

donde L_{MIN} es la distancia mínima al hipocentro, h es la profundidad del hipocentro, y d es la distancia (arco) entre el epicentro y el punto de interés en superficie. Esta distancia d ha sido calculada

empleando la formulación planteada en la ecuación 2.2.2.

$$d = R \arccos [\cos (lat_p) \cos (lat_h) \cos (long_h - long_p) + \sin (lat_p) \sin (lat_h)] \quad (2.2.2)$$

donde R es el radio de la Tierra y lat y $long$ hacen referencia a las coordenadas de latitud y longitud del punto de interés (p) y del hipocentro (h). Esta ecuación surge de plantear cada punto en la superficie terrestre en función de coordenadas esféricas.

2.2.2.2. Magnitud de momento mayor o igual a 6.7

Cuando se presenta esta situación, la distancia mínima al hipocentro se calcula desde el punto de interés hasta el punto de la falla más cercano a este. Para todos los casos se asume que el foco se ubica en el centro geométrico del plano de falla. Para conocer la orientación del plano de falla, se ha extraído desde la página web de *Global Centroid Moment Tensor Project* (Global CMT) el valor de los ángulos de *dip* y *strike* de la falla generada por cada sismo.

El primer paso es definir un sistema de coordenadas que facilite el cálculo de las distancias mínimas. Para esto se ubica el origen del sistema coordenado en la misma ubicación del foco, con el eje x perpendicular a la dirección dada por el *strike* del plano y el eje y paralelo a este. Debido a esta definición de ejes coordenados, las coordenadas de los puntos deben referenciarse respecto a este sistema. Para aquello, primero se han calculado las distancias horizontales entre el foco y cada uno de los puntos de interés, utilizando sus coordenadas, tal como se expresa en las ecuaciones 2.2.3 y 2.2.4.

$$dx = R \arccos [\cos (lat_h) \cos (lat_h) \cos (long_h - long_p) + \sin (lat_h) \sin (lat_h)] \quad (2.2.3)$$

$$dy = R \arccos [\cos (lat_p) \cos (lat_h) \cos (long_p - long_p) + \sin (lat_h) \sin (lat_p)] \quad (2.2.4)$$

A diferencia de cuando se posee una magnitud inferior a 6.7, aquí es necesario calcular por separado la distancia latitudinal (dy) y longitudinal (dx) para efectos de los cálculos posteriores.

Luego, las nuevas coordenadas son obtenidas aplicando la rotación correspondiente (ecuación 2.2.5), valiéndose del ángulo conocido de *strike* (θ) para realizar el cambio.

$$\begin{pmatrix} dx' \\ dy' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dx \\ dy \end{pmatrix} \quad (2.2.5)$$

Donde dx' y dy' son las distancias referidas al nuevo sistema coordenado y θ es el ángulo de *strike*. La coordenada vertical dz no sufre cambios, debido a que esta corresponde simplemente a la distancia vertical entre el foco y la superficie, medida desde el foco, por lo que no se ve modificada por la transformación aplicada. Además, para el desarrollo de este modelo, se ha desestimado la existencia de una inclinación del plano en dirección y' . La Figura 2.2 muestra la transformación de coordenadas empleada, que se ajusta al ángulo de *strike* del plano de falla.

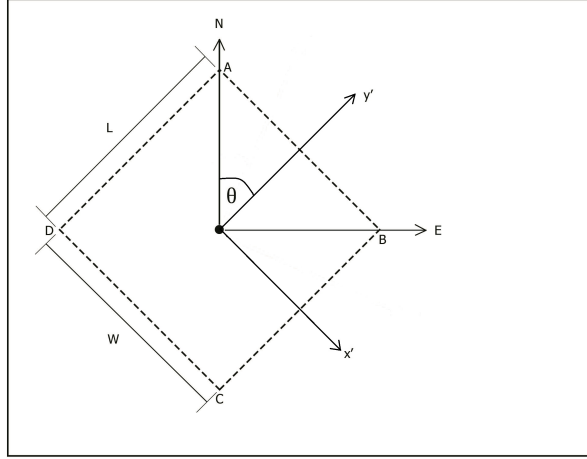


Figura 2.2: Cambio de coordenadas aplicado (Vista en Planta) En línea segmentada, el plano de falla.

El siguiente paso consiste en la definición del plano de falla. Al aplicarse las ecuaciones de *Papazachos et al. (2004)* se posee el valor del ancho (W) y del largo (L) de la falla. Con esto, más el valor del ángulo *dip* (ϕ), se tienen las posiciones de las esquinas de plano. Estas quedan definidas con el conjunto de coordenadas mostrado en la ecuación 2.2.6.

$$\begin{aligned} A &= \left(-\frac{W}{2} \cos \phi, \frac{L}{2}, \frac{W}{2} \sin \phi \right); B = \left(\frac{W}{2} \cos \phi, \frac{L}{2}, -\frac{W}{2} \sin \phi \right); \\ C &= \left(\frac{W}{2} \cos \phi, -\frac{L}{2}, -\frac{W}{2} \sin \phi \right); D = \left(-\frac{W}{2} \cos \phi, -\frac{L}{2}, \frac{W}{2} \sin \phi \right) \end{aligned} \quad (2.2.6)$$

Con estas coordenadas es posible definir un vector normal al plano (ecuación 2.2.7), necesario para definir finalmente la ecuación del plano requerida (ecuación 2.2.8).

$$n = \frac{A \times D}{\|A \times D\|} \quad (2.2.7)$$

$$\begin{pmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x - A_x \\ x - A_y \\ x - A_z \end{pmatrix} = 0 \quad (2.2.8)$$

$$\begin{aligned} n_x x + n_y y + n_z z - (n_x A_x + n_y A_y + n_z A_z) &= 0 \\ \Rightarrow ax + by + cz + d &= 0 \end{aligned}$$

donde n_x, n_y y n_z son las componentes del vector normal al plano, y A_x, A_y y A_z son las coordenadas del punto A .

Las coordenadas del punto de interés están dadas por:

$$P = (dx', dy', dz) \quad (2.2.9)$$

Por lo que la distancia perpendicular de aquel punto al plano queda definida según la ecuación 2.2.10.

$$l = \frac{|adx' + bdy' + cdz + d|}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}} \quad (2.2.10)$$

Existen tres casos principales a ser analizados, dependiendo de en qué posición relativa al plano de falla se encuentra la proyección del punto de interés. La Figura 2.3 muestra la ubicación de la proyección del punto en superficie sobre el plano de falla en cada caso, mientras que la Figura 2.4 exhibe el caso general con cada uno de los parámetros utilizados para los cálculos realizados para estimar la distancia mínima al hipocentro.

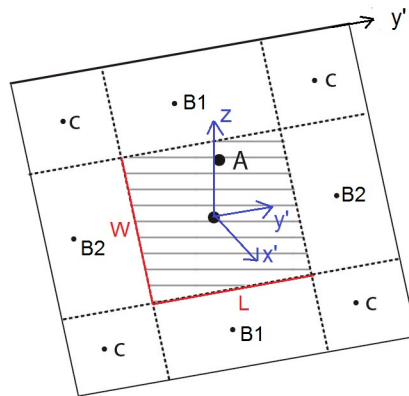


Figura 2.3: Posición de las distintas proyecciones posibles de los puntos en superficie sobre el plano de falla. A: Dentro del plano de falla. B: Dentro de la proyección de alguna de las aristas del plano de falla. C: Fuera de las proyecciones de las aristas del plano de falla.

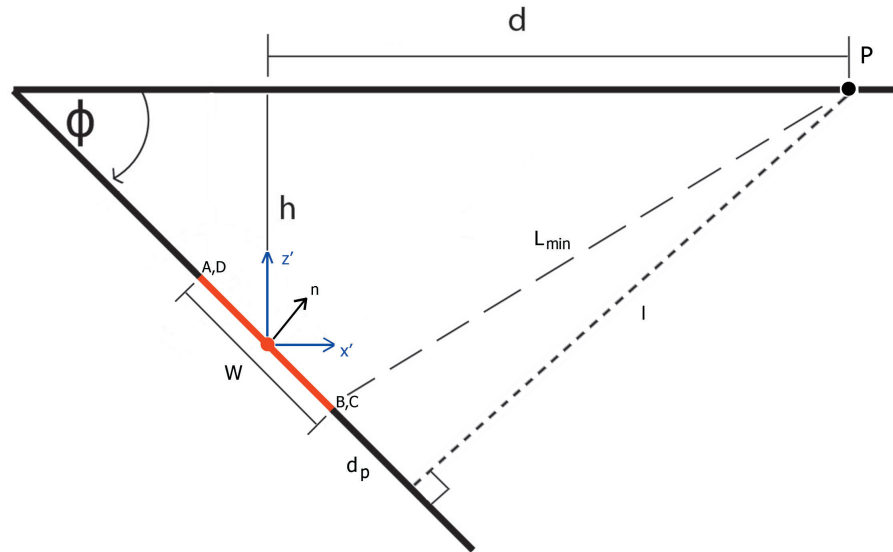


Figura 2.4: Caso esquemático general (Elevación).

- Caso 1: La proyección del punto sobre el plano que contiene al plano de falla se encuentra dentro de este (Caso A, Figura 2.3).

En este caso la distancia mínima queda definida simplemente por la distancia al plano, es decir:

$$L_{MIN} = l \tag{2.2.11}$$

- Caso 2: La proyección del punto sobre el plano que contiene al plano de falla se encuentra fuera de este, pero dentro de la proyección de alguna de sus aristas.

La proyección del punto de interés sobre el plano que contiene al plano de falla es:

$$P_{proy} = (P_{x'}, P_{y'}, P_{z'}) = (dx' - l \sin \phi, dy', -dx' \tan \phi + l \sin \phi \tan \phi) \tag{2.2.12}$$

La distancia mínima al plano de falla se calcula de la siguiente forma, dependiendo de cuál de las siguientes dos condiciones se cumpla:

1. P_{proy} se encuentra en la proyección de las aristas orientadas en dirección x' (Caso B1, Figura 2.3).

Cuando el punto proyectado se encuentra fuera del rango en dirección y' , pero dentro en dirección x' , la distancia mínima al plano de falla será la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Si } P_{y'} > L/2, d_p &= P_{y'} - L/2 \\ \text{Si } P_{y'} < -L/2, d_p &= P_{y'} + L/2 \end{aligned} \quad (2.2.13)$$

donde d_p corresponde a la distancia en el plano entre la proyección del punto y la arista más cercana. De esta manera,

$$L_{MIN} = \sqrt{l^2 + d_p^2} \quad (2.2.14)$$

2. P_{proy} se encuentra en la proyección de las aristas orientadas en dirección y' (Caso B2, Figura 2.3).

Este caso es similar al anterior, con la diferencia que ahora d_p se determina en la dirección x' , esto es:

$$\begin{aligned} \text{Si } P_{x'} < -\frac{W}{2} \cos \phi, d_p &= \sqrt{\left(-\frac{W}{2} \cos \phi - P_{x'}\right)^2 + \left(\frac{W}{2} \sin \phi - P_{z'}\right)^2} \\ \text{Si } P_{x'} > \frac{W}{2} \cos \phi, d_p &= \sqrt{\left(\frac{W}{2} \cos \phi - P_{x'}\right)^2 + \left(-\frac{W}{2} \sin \phi - P_{z'}\right)^2} \end{aligned} \quad (2.2.15)$$

Y al igual que en el caso anterior:

$$L_{MIN} = \sqrt{l^2 + d_p^2} \quad (2.2.16)$$

- Caso 3: La proyección del punto sobre el plano que contiene al plano de falla se encuentra fuera de este, y fuera de la proyección de alguna de sus aristas (Caso C, Figura 2.3).

Para este caso, la distancia más corta dentro del plano entre la proyección del punto de interés y el plano de falla será siempre desde dicho punto al vértice más cercano. Por esta razón, si se cumple que:

$$\left(P_{x'} > \frac{W}{2} \cos \phi \vee P_{x'} < -\frac{W}{2} \cos \phi\right) \wedge \left(P_{y'} > \frac{L}{2} \vee P_{y'} < -\frac{L}{2}\right) \quad (2.2.17)$$

La distancia mínima al plano de falla estará dada por la siguiente expresión:

$$L_{MIN} = \sqrt{l^2 + \text{Min}\{d_{V_i}\}^2} \quad (2.2.18)$$

donde d_{V_i} es la distancia a cada uno de los cuatro vértices, esto es:

$$d_{V_i} = \sqrt{(V_{x_i} - P_{x'})^2 + (V_{y_i} - P_{y'})^2 + (V_{z_i} - P_{z'})^2} \quad (2.2.19)$$

donde V_x, V_y, V_z son las coordenadas de cada uno de los vértices.

Este procedimiento permite determinar las distancias necesarias para desarrollar la mayoría de las etapas posteriores.

2.2.3. Análisis ecuación de Wald. Relación PGA y parámetros del sismo.

Para establecer una relación entre parámetros sísmicos e intensidad, se ha recurrido a las ecuaciones de *Wald et al.* (1999), que establecen una relación entre aceleración máxima del suelo (*Peak Ground Acceleration*) o velocidad máxima del suelo (*Peak Ground Velocity*) alcanzadas durante un sismo y la intensidad modificada de Mercalli (MMI) a partir de registros instrumentales en distintos puntos del estado de California.

La decisión de seleccionar las ecuaciones de Wald sin modificaciones, o aplicar cambios en ellas siguiendo un procedimiento similar al descrito en aquel trabajo, radica en el análisis previo que se haga respecto de la relación entre aceleración o velocidad máxima del suelo con la intensidad sísmica. Las modificaciones se estiman producto de los cambios en la percepción sísmica en distintos puntos del planeta (aun cuando se esté frente a sismos del mismo tipo) y también debido al distinto origen de los datos que se poseen en aquel caso.

En este trabajo, se ha recurrido a dos fuentes de datos para desarrollar el análisis de la aplicabilidad de estas ecuaciones. En primer lugar se tienen registros sísmicos de la red nacional de acelerógrafos. Sin embargo, existe el problema de que no se poseen suficientes registros, ya que la fuente desde donde se han obtenido los datos (terremotos.uchile.cl), posee un escaso número de terremotos de subducción con suficiente información, para un período acotado de tiempo (1994-2010). Por otro lado, se presenta la dificultad de que donde se encuentra cada acelerógrafo no existe necesariamente un reporte de intensidad en ese mismo punto, por lo que no se pueden relacionar directamente. Para solucionar esto último, se le ha impuesto el valor de intensidad más cercano a cada uno de los acelerógrafos que se dispone para cada uno de los sismos recopilados. Así, bajo las hipótesis de que para una misma distancia del epicentro se tiene una misma intensidad y que a medida que el epicentro se encuentra más lejos se tendrá una intensidad más baja, se aplica un proceso de asociación e interpolación de la información sísmica basada en la distancia al hipocentro. En aquellos casos en los que existe coincidencia entre ubicación del acelerógrafo y el reporte de intensidad, se utiliza el valor reportado para aquel acelerógrafo (aun cuando la ubicación exacta no coincida). Por último, existen casos en los que los reportes poseen inconsistencias en la distancia, indicándose intensidades diferentes a distancias similares del epicentro. En estos casos, simplemente se selecciona la intensidad más alta para el acelerógrafo cercano a aquel conjunto de reporte.

El segundo grupo de datos, y a su vez, el que presenta la mayor cantidad de información, corresponde a los datos proporcionados por ONEMI entre 2011 y 2014 (mismo grupo de datos descrito en la sección 2.2.1). Como para este conjunto de datos no se posee información respecto de aceleración o velocidad máxima del suelo, entonces es necesario desarrollar un paso intermedio que permita obtener

aquella información, descrito a continuación.

2.2.3.1. Determinación de ecuación empírica más adecuada para relacionar parámetros sísmicos con aceleración o velocidad máxima del suelo.

Este paso intermedio consiste en la evaluación de tres ecuaciones empíricas que determinan, para sismos de subducción, el valor de la aceleración o velocidad máxima del suelo a partir de los distintos parámetros que definen al sismo (*e.g.* distancia mínima al hipocentro, profundidad, magnitud de momento, entre otros).

Las tres ecuaciones seleccionadas son las siguientes:

- *Si and Midorikawa* (2000), Japón: Este trabajo presenta una serie de ecuaciones que determinan PGA y PGV para distintos tipos de sismos. Las ecuaciones 2.2.20 y 2.2.21 seleccionadas para evaluación corresponden a sismos de subducción. PGV se obtiene en $[cm/s]$ y PGA en $[cm/s^2]$.

$$PGV = 0.58M_w - \log(L_{MIN} + 0.0028 \cdot 10^{0.5M_w}) - 0.002L_{MIN} + 0.0038h - 1.31 \quad (2.2.20)$$

$$PGA = 0.5M_w - \log(L_{MIN} + 0.0055 \cdot 10^{0.55M_w}) - 0.003L_{MIN} + 0.0043h + 0.62 \quad (2.2.21)$$

- *Boroschek and Contreras* (2012), Chile: Trabajo similar al de *Si and Midorikawa* (2000) pero desarrollado a partir del terremoto del Maule de 2010. Las diferencias principales radican en que aquí solo se ha considerado un sismo, y que los coeficientes no cambian en función del sismo, sino que varían en términos de la variable que se desea obtener. Así existen coeficientes definidos para calcular PGA (en unidades de la aceleración de gravedad), ecuaciones 2.2.22 a 2.2.25, o bien la aceleración espectral con un 5 % de amortiguamiento.

$$\log(PGA/g) = -1.8559 + 0.2549M_w + 0.0111h - 0.0013R - q \log R + 0.3061 \quad (2.2.22)$$

$$R = \sqrt{L_{MIN}^2 + \Delta^2} \quad (2.2.23)$$

$$\Delta = 0.0734 \cdot 10^{0.3552M_w} \quad (2.2.24)$$

$$q = 1.5149 - 0.103M_w \quad (2.2.25)$$

Para efectos de la evaluación de las tres ecuaciones, se emplean los datos de tres terremotos registrados por la red de acelerógrafos y disponibles en la base de datos de la Universidad de Chile (Sur de Perú 2001, Tocopilla 2007 y Maule 2010). Se compara el comportamiento de la aceleración máxima registrada por los acelerógrafos con cada una de las curvas dadas por su respectiva ecuación y los parámetros específicos para cada uno de estos sismos. La información requerida para constituir cada curva se obtiene a través de distintas fuentes, entre ellas informes de sismo de ONEMI, *Global CMT* y CSN. Para calcular la distancia de cada uno de los acelerógrafos al hipocentro se emplea, en caso de corresponder, el algoritmo definido en la sección 2.2.2.

Luego, se calcula el error medio absoluto ponderado para cada una de las ecuaciones y sismos utilizados. Este error se calcula de la siguiente manera:

$$e_{abs,j} = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} \left| \frac{x_{real,i} - x_{emp,i}}{x_{real,i}} \right| \quad (2.2.26)$$

donde e_{abs} representa el error absoluto medio total para el sismo j , n_j es el número de datos disponibles en el sismo j , x_{real} corresponde a todos aquellos datos medidos y x_{emp} corresponde a los datos calculados a través de la fórmula empírica que se esté verificando. En este caso particular, x corresponde a la aceleración o velocidad máximas del suelo (PGA o PGV), según corresponda.

Luego, el error absoluto total del conjunto de datos, es:

$$e_{abs,total} = \frac{\sum_{j=1}^N e_{abs,j} n_j}{\sum_{j=1}^N n_j} \quad (2.2.27)$$

donde N es el número total de conjuntos.

Cabe destacar que uno de los parámetros requeridos por la ecuación de *Boroschek and Contreras* hace referencia al tipo de suelo. Como se desconoce el tipo de suelo donde se encuentra emplazado cada uno de los sistemas de medición, se asume que en todos los casos existe suelo blando, por lo que para efectos de comparación y cálculo, el valor del parámetro Z es igual a 1.

2.2.3.2. Análisis de necesidad de modificación de ecuaciones de Wald

Luego de seleccionada la ecuación empírica más apropiada, se procede a verificar las ecuaciones originales de *Wald et al.* y determinar si es factible la creación de otro conjunto de ecuaciones de características similares que se representen de mejor manera la relación entre aceleración e intensidad de Mercalli.

Se construyen y verifican tres conjuntos de ecuaciones, utilizando datos de ONEMI y de la red de acelerógrafos para la construcción de las curvas. Las ecuaciones construidas son:

1. Ecuaciones originales de *Wald et al.*
2. Ecuaciones nuevas construidas solo con los datos de 2011 a 2014.
3. Ecuaciones nuevas construidas con datos de 2011 a 2014 más los datos de los acelerógrafos, correspondientes a seis sismos ocurridos entre 2001 y 2010 (regresión híbrida).

Para seleccionar cuál de estas ecuaciones es la más adecuada, se recurre a la evaluación del error total ponderado para la distribución de datos reportados a ONEMI durante 2015. Así se comprueba finalmente la incidencia de la locación en la percepción de un sismo, asegurándose que el conjunto de ecuaciones seleccionadas cumple con un comportamiento adecuado para representar la totalidad de los datos estudiados y futuros.

2.2.4. Construcción final curvas de intensidad

El objetivo final de esta sección es construir curvas que determinen las combinaciones de distancia mínima al hipocentro y magnitud que generan tal percepción, a partir de una determinada Intensidad de Mercalli.

Con la ecuación seleccionada se procede a la construcción, por intensidad, de las curvas que permitirán relacionar aquellas con magnitud y distancia. Para estos efectos, se procede de la siguiente manera:

En primer lugar, se tiene la función que relaciona los parámetros sísmicos con la aceleración o velocidad máxima del suelo, con ello se tiene que:

$$PGA = f(h, L_{MIN}, Mw) \quad (2.2.28)$$

A continuación, conociéndose la aceleración máxima del suelo, se ingresa a la ecuación corregida de Wald y, de este modo:

$$IMM = g(PGA) \quad (2.2.29)$$

Por lo que finalmente basta con conocer los parámetros sísmicos para poder estimar la intensidad con la que un sismo es percibido, de la siguiente forma:

$$IMM = g(f(h, L_{MIN}, Mw)) \quad (2.2.30)$$

Para la construcción de las curvas, se ha seleccionado una determinada intensidad, entre *II* y *VIII*. Luego, para cada una de estas intensidades, se resuelve la ecuación 2.2.30 para distancias en el rango 50-3000 km. Con los resultados se construye la curva respectiva, con la suficiente cantidad de puntos para obtener una curva suave.

2.2.5. Validación de resultados

El proceso de validación de los resultados es similar al empleado para seleccionar la ecuación corregida de Wald, esto es, para cada set de datos se determina el error medio absoluto y el error global ponderado por intensidad.

Los datos empleados para la validación corresponden a la información sísmica recopilada desde ONEMI, contrastada con CSN y filtrada bajo el mismo procedimiento detallado en la sección 2.2.1, y proveniente del período comprendido entre enero y octubre de 2015. Estos datos incluyen, por ejemplo, el terremoto de Illapel ocurrido el 16 de septiembre de 2015.

2.3. Construcción curvas Mw- Δ -Nivel de Peligro

El procedimiento para la construcción de las curvas de separación de los distintos niveles de peligro de tsunami de acuerdo a la amplitud máxima esperada (ver Tabla 2.1), se compone de las siguientes etapas. Primero, se procede a la ejecución de los escenarios de tsunami seleccionados de una base de datos, utilizando *EasyWave* (Babeyko, 2012). Este análisis incluye una comparación de los resultados principales obtenidos con el software *COMCOT* (Wang, 2009). Esta verificación se aplica debido a la menor complejidad que poseen los métodos empleados por *EasyWave* en comparación con *COMCOT*, que son más sofisticados en la resolución de la propagación. Sin embargo, se ha optado por utilizar *EasyWave* debido a su velocidad superior de cálculo dada por las simplificaciones que aplica para la propagación de un tsunami. Luego, se procede a la clasificación de los resultados según nivel de peligro y la creación de un algoritmo que permita establecer la separación entre estos niveles. Finalmente, se emplean datos de series de tiempo medidos en mareógrafos locales para la amplitud máxima real obtenida en localidades afectadas por los distintos tsunamis que han afectado al país en los últimos años (específicamente 2010, 2014 y 2015), y así determinar la validez de cada conjunto de curvas. Estos pasos se muestran gráficamente en la Figura 2.5.

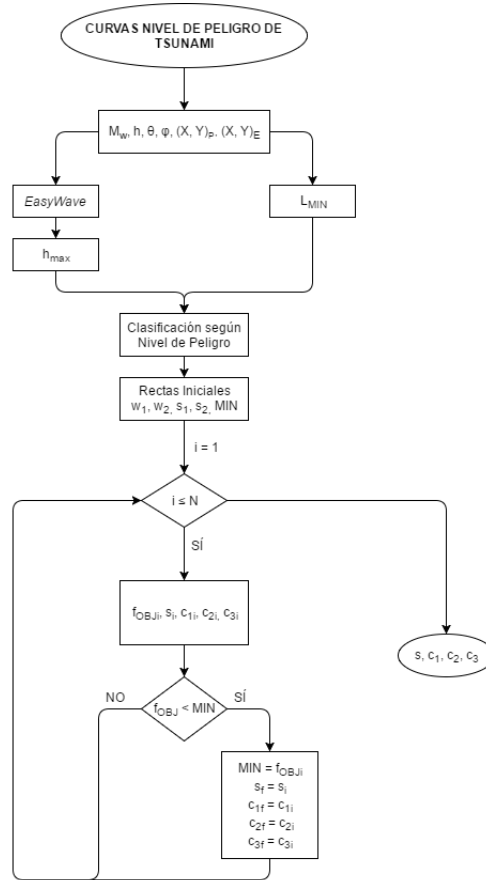


Figura 2.5: Cambio de coordenadas aplicado.

Tabla 2.1: Clasificación Niveles de Peligro según amplitud máxima (Fuente: SHOA).

Amplitud Máxima Tsunami [m]	Tipo de Tsunami	Estado de Alerta
< 0.3	Instrumental	Informativo
0.3 – 1	Menor	Precaución
1 – 3	Intermedio	Alerta
> 3	Mayor	Alarma

2.3.1. Proceso de selección y clasificación de datos de tsunamis

Para obtener información de tsunamis, se ha vuelto necesario recurrir al uso de *software*, con el objeto de generar una cantidad de datos adecuada para obtener resultados lo suficientemente robustos y así desarrollar a continuación un algoritmo que permita definir la mejor ubicación de las curvas delimitadoras de peligro de tsunami. Esto, como consecuencia del escaso número de datos reales medidos por instrumento, ya que la cantidad de tsunamis ocurridos desde que se posee la instrumentación necesaria para medirlos, no es suficiente como para crear gráficas específicas para distintas ciudades.

El *software* empleado corresponde a *EasyWave*, el cual determina la deformación del lecho marino mediante la formulación descrita por *Okada* (1985), a partir de los parámetros descriptores de la falla sísmica, y luego propaga hacia la costa empleando las denominadas *Linear Shallow Water Equations* valiéndose del algoritmo *TUNAMI-F1* (*Goto et al.*, 1997) hasta alcanzar el límite de su validez. Luego de aquello, finaliza la propagación empleando la Ley de Green para llegar a los puntos donde interesa conocer la evolución en el tiempo del nivel del mar debido al tsunami.

Dicho *software* requiere de escenarios sísmicos y de puntos de observación, calculando la deformación inicial y las series de tiempo de la amplitud del oleaje observado en tales puntos. A continuación son descritos ambos grupos de datos.

2.3.1.1. Selección de escenarios

Para obtener los resultados, se ha tomado como base el trabajo desarrollado por *Riquelme and Mocanu* (2014) que contiene una serie de escenarios descritos por un conjunto de parámetros (i.e. magnitud, número de subfallas, dimensiones de la subfalla, *strike*, *dip* y *slip* de la subfalla). De aquellos escenarios distribuidos a lo largo del país, se han seleccionado solo algunos para ser propagados, con base en dos criterios principales. En primer lugar, se busca que estos escenarios se encuentren ubicados con mayor densidad en las cercanías de nueve ciudades (Arica, Iquique, Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, San Antonio, Constitución, Talcahuano y Ancud) seleccionadas a modo de acotar el campo de análisis.

El segundo criterio consiste en seleccionar escenarios críticos para el proceso de evaluación de la generación de un tsunami. Los escenarios críticos presentan magnitudes capaces de producir tsunamis, pero que a la vez conllevan una mayor incertidumbre respecto a su potencial tsunamigénico.

Es así como los eventos seleccionados cumplen con las siguientes tres características principales:

- Poseen magnitudes de 7.5, 8.0 y 8.5.

- Su espaciamiento es uniforme a lo largo del país (aproximadamente 2° de separación latitudinal), más escenarios añadidos frente a las ciudades objeto de estudio.

- La profundidad del foco no supera los 35 kilómetros. Esto dada la forma de la falla de subducción ubicada frente a las costas chilenas, donde a mayor profundidad, un sismo de tipo interplaca se encuentra con epicentro en tierra, donde la probabilidad de generar un tsunami se ve disminuida considerablemente.

2.3.1.2. Puntos de observación de las series de tiempo de cada tsunami

Previo a la ejecución del software es preciso definir la locación de los puntos donde se desea conocer la evolución del tsunami en el tiempo. Estos puntos de pronóstico consisten en una serie de mareógrafos tanto reales como virtuales, empleados en el contexto del proyecto de creación de un nuevo sistema de predicción de tsunami para SHOA (SIPAT).

Estos puntos de pronóstico se distribuyen a lo largo de la costa chilena, incluyendo parte importante de la costa peruana, hasta aproximadamente 135 kilómetros al noroeste de Lima. También existen puntos en los territorios insulares y antártico. Por último se consideran también 3 boyas de tipo DART que se encuentran cercanas al continente.

Los mareógrafos virtuales se encuentran localizados a una distancia aproximadamente constante de la costa. A aquellos se añaden mareógrafos ubicados en cada una de las localidades costeras del país. Estos últimos corresponden a mareógrafos reales y virtuales pertenecientes a las nueve ciudades a ser estudiadas.

Todos los conjuntos de puntos, tanto de la base de datos original desde donde se extrajeron los escenarios ejecutados a través del *software* correspondiente, así como la localización de los puntos de pronóstico puede apreciarse gráficamente en la Figura 2.6

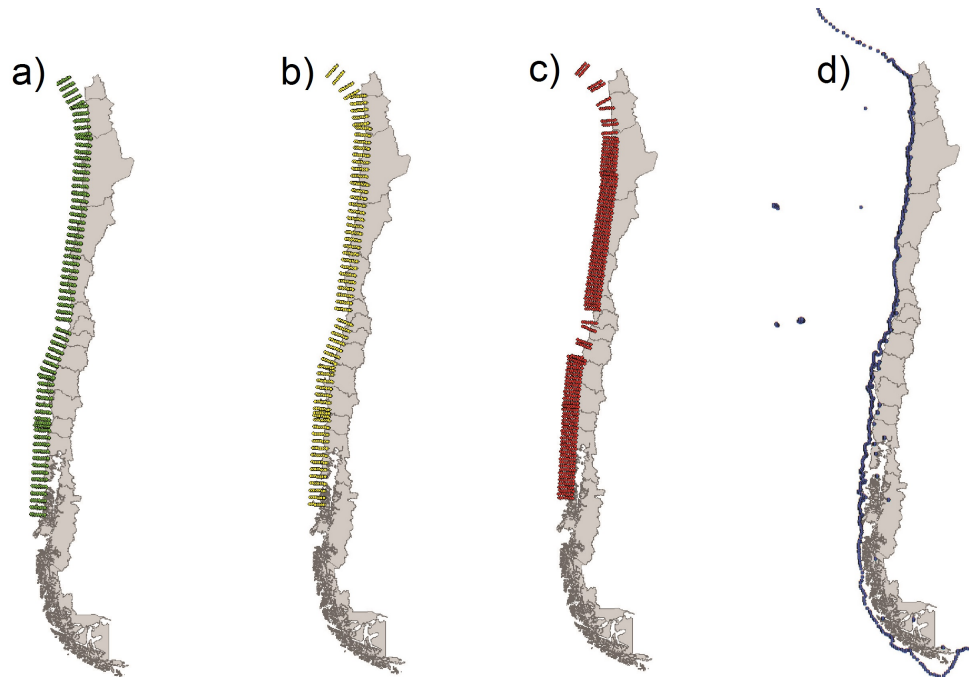


Figura 2.6: Distribución escenarios base de datos original: a) Mw 7.5, b) Mw 8.0, c) 8.5), y d) localización puntos de pronóstico.

2.3.2. Utilización de *EasyWave*, agrupación de datos

Mediante el uso de este *software* se obtienen como *output* series de tiempo del tsunami generado por el escenario fuente de terremoto en cada punto de pronóstico. Desde cada uno estos puntos se extrae la máxima amplitud alcanzada por la ola necesaria para generar las curvas según nivel de peligro.

Los resultados se agrupan en *clusters* para cada una de las nueve ciudades independientemente de cuál sea su origen (real o virtual). La cantidad de datos extraídos por ciudad dependerá así del número de puntos de observación que cada una disponga.

2.3.3. Verificación de resultados simulados

Los resultados obtenidos con *EasyWave* se comparan con el *software* *COMCOT*. Dado que este programa posee una mayor complejidad, solo se verifican aquellos resultados de *EasyWave* que posean mayor incerteza, es decir, aquellos que presenten las mayores alturas de oleaje. Esta decisión surge debido al procedimiento con el que *EasyWave* realiza los cálculos, que tiende a sobreestimar aquellos resultados con características más extremas.

Así, se ejecuta *COMCOT* para los nueve escenarios más críticos (uno por ciudad), y se determina la aplicabilidad de los resultados obtenidos por *EasyWave* en función de las diferencias con *COMCOT*.

2.3.4. Clasificación de resultados según ciudad y nivel de peligro

A partir de las modelaciones se posee la distribución de las amplitudes máximas producidas por tsunami en función de la magnitud y la distancia al hipocentro. Para calcular esta distancia se recurre nuevamente a las ecuaciones de *Papazachos et al.* y al algoritmo descrito en la sección 2.2.2.

A continuación, se obtiene la distribución de los niveles de peligro en función de la distancia hipocentral y la magnitud. Esto implica la agrupación de acuerdo a la altura máxima esperada de la ola según la clasificación establecida por SHOA, de acuerdo a la descripción dada por la Tabla 2.1.

2.3.5. Algoritmo para la definición de las curvas delimitadoras de niveles de peligro

Los pasos siguientes permiten crear, para cada una de las nueve ciudades, gráficas que relacionan magnitud y distancia al hipocentro con el nivel de peligro de tsunami, estableciendo una clara separación cada uno de ellos.

El algoritmo consiste en la minimización de una función objetivo que contiene los porcentajes de datos que, por su valor de altura máxima asociado, se encuentran fuera de la zona delimitada por tres rectas de igual pendiente e igual separación que dan origen a los cuatro niveles de peligro de tsunami. Para comenzar, se impone una configuración inicial de estas rectas. Luego, mediante la iteración dentro de un rango determinado tanto de pendientes como de interceptos, junto con un peso arbitrario que se le da a los datos en función del peligro que representan, se obtienen las tres rectas, distribuyendo los resultados simulados con el menor porcentaje puntos incorrectamente evaluados posible, dándole mayor importancia a aquellos tsunamis de carácter destructivo.

La función objetivo se ha definido de la siguiente manera:

$$f_{OBJ} = \frac{\sum_{i=1}^4 q_i PC_i NUM_i}{\sum_{i=1}^4 NUM_i} \quad (2.3.31)$$

donde PC_i representa el porcentaje de datos de cada categoría fuera del rango delimitado por las rectas correspondientes; q_i es el peso asociado a cada uno de estos porcentajes y NUM_i es el número de eventos pertenecientes a la categoría respectiva. Los pesos q_i han sido seleccionados de tal manera que garanticen al menos un 75 % de los datos de tsunami mayor correctamente evaluados.

Además, es necesario definir una pendiente media ponderada que permita determinar la pendiente final que tendrán todas las rectas a partir de las rectas iniciales. Esta es:

$$\bar{s} = w_1 s_1 + w_2 s_2 \quad (2.3.32)$$

donde w_i es el peso que se le asigna a cada una de las rectas, y s_i es el valor de las pendientes de las dos primeras rectas (mayor-intermedio e intermedio-menor) en función de los datos iniciales.

De los datos clasificados como tsunami mayor para una magnitud de 8.5 se selecciona el dato ubicado a la mayor distancia (en escala logarítmica) posible, siempre que este no sea un dato escapado, es decir, que se encuentre a una distancia menor o igual a:

$$d \leq P_{75} + 1.5RIQ \quad (2.3.33)$$

donde P_{75} es el percentil 75 de la distribución de las distancias asociadas a la magnitud correspondiente y $RIQ = P_{75} - P_{25}$ es el rango intercuartil.

Se realiza el mismo procedimiento para tsunami mayor en las magnitudes 8.0 y 7.5, obteniéndose de esta manera tres puntos que forman la recta inicial de pendiente s_1 , y que separa eventos mayores de intermedios.

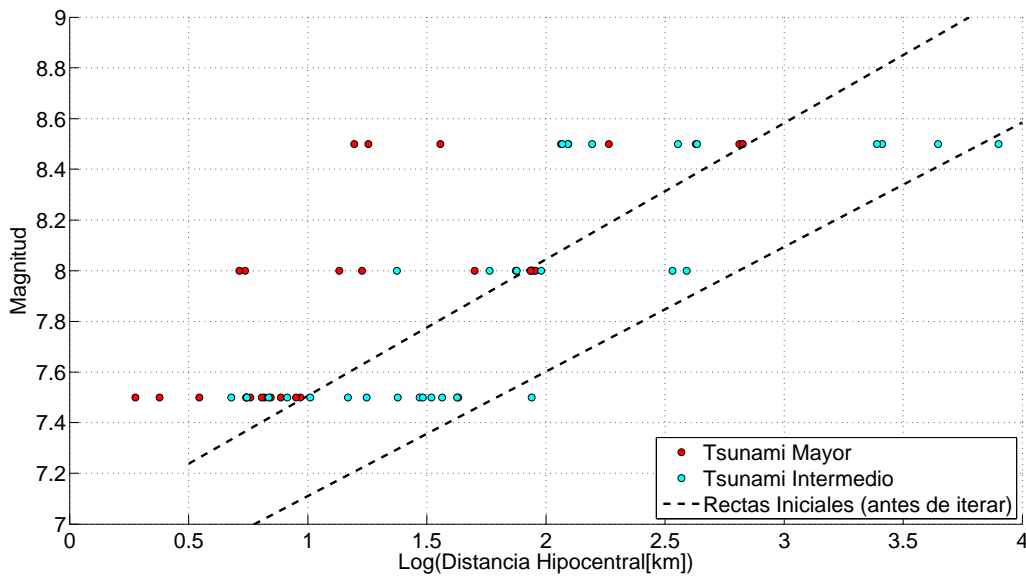


Figura 2.7: Ejemplo hipotético rectas iniciales. El algoritmo permitirá obtener rectas de igual pendiente, con el mínimo de eventos evaluados incorrectamente.

La segunda recta se obtiene de manera similar, con la diferencia que se seleccionan los puntos máximos que no constituyen datos escapados para cada magnitud que generan tsunami intermedio. Esta recta es la que separa eventos intermedios de menores (con pendiente s_2). A modo de ejemplo, se ilustra una hipotética situación inicial con las respectivas pendientes para dar paso al proceso iterativo correspondiente en la Figura 2.7.

Con estas dos rectas se realizan las iteraciones de pendiente e intercepto usando las ecuaciones 2.3.31 y 2.3.32. Los porcentajes PC_i de la función objetivo representan la cantidad de datos sobre el total de la categoría respectiva que quedan fuera del nivel de peligro que les corresponde según simulación. De esta manera los cuatro porcentajes que se utilizan para el cálculo de la función objetivo

son:

- Tsunami mayor bajo la recta mayor-intermedio (subestimación).
- Tsunami intermedio sobre la recta mayor-intermedio (sobreestimación).
- Tsunami intermedio bajo la recta intermedio-menor (subestimación).
- Tsunami menor sobre la recta intermedio-menor (sobreestimación).

Los pesos q_i son asignados arbitrariamente y son fijos una vez comenzadas las iteraciones, sin embargo estos siempre entregan una mayor importancia relativa a los eventos mayores por sobre los menores, lo que busca garantizar que el porcentaje de eventos mayores subestimados controle la configuración final elegida.

Por otro lado, los pesos asignados a las rectas (w_1 y w_2) se iteran de 0 a 1, de forma tal que se cumple siempre que:

$$w_1 + w_2 = 1 \quad (2.3.34)$$

Luego de obtenida la configuración óptima de las dos primeras rectas, se obtiene la tercera, que divide eventos menores de instrumentales, empleando la misma pendiente óptima anterior, y desplazando el coeficiente de posición en la misma cantidad que la diferencia obtenida para las rectas “mayor-intermedio” e “intermedio-menor”. Así, queda definida finalmente la recta “menor-instrumental”, verificándose que los porcentajes de datos menores e instrumentales fuera de rango no sean mayores a 40 %. De ser necesario, la recta se desplaza lo suficiente para reducir el porcentaje de datos incorrectamente a valores inferiores al indicado.

Una restricción que se verifica al desarrollar el conjunto de iteraciones corresponde a que las rectas se encuentren separadas al menos en 0.5 en magnitud de momento (diferencia de coeficiente de posición). De esta manera se asegura que las distintas categorías se encuentren lo suficientemente diferenciadas como para lograr una evaluación claramente definida, siendo estas fácilmente identificables al momento de evaluar cada caso.

2.3.6. Verificación de resultados

Para la verificación de los resultados de las curvas Mw- Δ -Nivel de Peligro, se dispone de información real de mareógrafos para los sismos tsunamigénicos que han ocurrido recientemente en Chile, los cuales se evalúan directamente sobre las nueve gráficas obtenidas gracias a la aplicación del procedimiento descrito. De esta manera puede determinarse si las rectas construidas guardan la debida relación con la magnitud de los tsunamis medidos, validando de paso las simulaciones ejecutadas y justificando el uso del algoritmo planteado en 2.3.5.

Para la evaluación, se dispone de magnitud, profundidad, *dip* y *strike* del sismo, la ubicación del epicentro y de la ciudad de interés y la altura máxima de la serie de tiempo extraída del sitio

correspondiente. Al poseer las coordenadas de todos los puntos de interés, se recurre nuevamente al algoritmo de la sección 2.2.2 para determinar distancias mínimas al foco. Estos datos, en conjunto con las magnitudes respectivas permiten obtener puntos cuyo nivel de peligro queda definido por la ubicación relativa de las rectas definidas mediante el algoritmo de la sección 2.3.5. De esta manera pueden compararse los niveles de peligro reales (obtenidos a partir de la clasificación según SHOA en relación a la altura máxima de la ola) con los obtenidos desde las gráficas y concluir respecto a la precisión con la que se obtienen los datos evaluados empíricamente.

2.4. Relación entre ambos conjuntos de curvas y validación global de los resultados

En esta sección se describe la forma a través de la cual se propone llevar a cabo la evaluación de ambas gráficas obtenidas.

Cuando ocurre un evento sísmico, la primera información con la que se cuenta corresponde a la distribución de las intensidades reportadas a lo largo del territorio nacional. Aplicando interpolaciones sencillas es posible realizar una primera aproximación de la potencial ubicación del epicentro con tal de poder determinar las distancias epicentrales respectivas para cada punto de interés. Como las distancias hipocentrales siempre serán mayores que las epicentrales (se incorpora la profundidad) es posible, como medida conservadora, el uso de la distancia epicentral en las gráficas.

Todo lo anterior se aplica bajo el supuesto que en condiciones similares de tipo de suelo la intensidad sísmica decae con respecto a la distancia epicentral y que además para una misma distancia del epicentro se percibe el sismo con la misma intensidad.

Con la combinación de puntos que contienen intensidad y distancia, se ingresa al conjunto de curvas $MMI-\Delta-M_w$, desde donde se puede estimar la magnitud del sismo ocurrido. Dado que es altamente probable que cada punto evaluado por separado entregue distintos valores de magnitud se sugiere considerar un rango dado por la distribución de las magnitudes obtenidas (i.e. rango intercuartil), cuando la cantidad de reportes así lo permita.

Luego de determinar el rango de magnitudes del sismo, se evalúa para cada una de las ciudades de interés el(los) nivel(es) de peligro que presentaría el tsunami al ingresar a la gráfica correspondiente. Cabe destacar que este método debe ser probado, con tal de verificar su funcionalidad como un medio adicional en la evaluación del peligro de tsunamis.

Para verificar los resultados de forma global se emplean tres sismos (2010, 2014 y 2015), en cada una de las ciudades analizadas, comparando el nivel de peligro de tsunami con la altura registrada en cada mareógrafo. De esta forma se puede conocer si se está evaluando apropiadamente, o bien se están subestimando o sobreestimando los resultados.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Introducción

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología descrita en detalle en el Capítulo 2. Se analizan las implicancias de cada resultado, además de los aspectos más relevantes de cada una de las secciones que componen este trabajo, definiendo consideraciones especiales realizadas, rangos de validez, o enfatizando elementos que podrían alterar o afectar los resultados. En primer lugar se presentan los resultados de la construcción de las curvas M_w - Δ -MMI, donde se muestran la distribución de los datos empleados, las ecuaciones y modelos seleccionados, y las curvas finales, con sus respectiva evaluación. Posteriormente, se exhiben los resultados obtenidos para la construcción de las curvas Nivel de peligro- Δ - M_w y sus implicancias el modelo global, mostrando a través de un ejemplo los resultados de su evaluación directa, comparando con las mediciones reales de los últimos tres tsunamis ocurridos en el país (2010, 2014 y 2015).

3.2. Curvas M_w - Δ -MMI

Se presentan a continuación los resultados de los pasos desarrollados para obtener las curvas que relacionan la intensidad modificada de Mercalli con la distancia al hipocentro y la magnitud.

3.2.1. Datos Iniciales

A partir del proceso de filtrado y eliminación de datos se ha obtenido un total de 2417 reportes provenientes de 736 sismos ocurridos entre el día 8 de octubre de 2011 y el 30 de diciembre de 2014. La cantidad de datos por intensidad se muestra en la Tabla 3.1.

Puede apreciarse que existe una mayor frecuencia de reportes asociados a intensidades bajas, lo

Tabla 3.1: Distribución reportes 2011-2014 por intensidad.

Intensidad	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
N° Reportes	666	948	550	194	43	7	9

cual es lógico dado que en general los sismos percibidos corresponden a eventos de baja magnitud (Tabla 3.2). Los sismos reportados en este período poseen magnitudes entre 1.9 y 8.2.

Tabla 3.2: Distribución magnitudes eventos 2011-2014.

Magnitud	< 3.0	3.0 – 3.9	4.0 – 4.9	5.0 – 5.9	6.0 – 6.9	7.0 – 7.9	≥ 8.0
N° Eventos	24	209	380	100	21	1	1

El detalle individual de cada uno de los reportes recopilados para el desarrollo de esta sección puede encontrarse en el Anexo A.

3.2.2. Análisis ecuaciones de *Wald et al. (1999)*

Dado el procedimiento descrito en la sección 2.2.3.1, antes de proceder al análisis de las ecuaciones de *Wald et al.*, ha sido necesaria la selección de una ecuación empírica que permita describir la relación entre parámetros sísmicos y PGA/PGV para posteriormente establecer el vínculo entre PGA o PGV con la Intensidad Modificada de Mercalli dada por las ecuaciones de *Wald et al.*

3.2.2.1. Análisis ecuaciones que relacionan PGV/PGA con parámetros sísmicos

Para evaluar las ecuaciones que relacionan la aceleración (PGA) o la velocidad (PGV) máximas del suelo con los parámetros sísmicos. Se recurre a la comparación de dos ecuaciones de *Si and Midorikawa (2000)* y una de *Boroschek and Contreras (2012)* con registros obtenidos desde la red de acelerógrafos nacional (*terremotos.uchile.cl*) para tres sismos, cuyos detalles se presentan en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3: Sismos registrados por red de acelerógrafos para evaluación

Sismo	Fecha	Latitud [°]	Longitud [°]	Magnitud	Profundidad [km]	dip [°]	strike [°]	N° acelerógrafos
Sur de Perú	23/06/2001	-17.28	-72.21	8.4	29.6	18	310	7
Tocopilla	14/11/2007	-22.64	-70.62	7.7	37.6	20	358	16
Maule	27/02/2010	-36.29	-73.24	8.8	30.1	18	19	21

En las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3 se aprecian las diferencias entre los distintos sismos y ecuaciones comparadas para efectos de la selección de la ecuación empírica que mejor representa al conjunto de registros. En estas figuras se presentan los resultados para los tres conjuntos de puntos junto a las curvas definidas por cada una de las tres ecuaciones. De izquierda a derecha se tiene: PGV-Parámetros Sísmicos (*Si and Midorikawa, 2000*), PGA-Parámetros Sísmicos (*Si and Midorikawa, 2000*), y PGA-Parámetros Sísmicos (*Boroschek and Contreras, 2012*). Las curvas azules representan la ecuación respectiva medida en la roca basal, mientras que las curvas verdes; en superficie. Estas últimas son

las que revisten una mayor importancia debido a que es en superficie donde se han medido los valores de aceleración o velocidad máximas del suelo, y por ende es aquí donde se aplica la comparación.

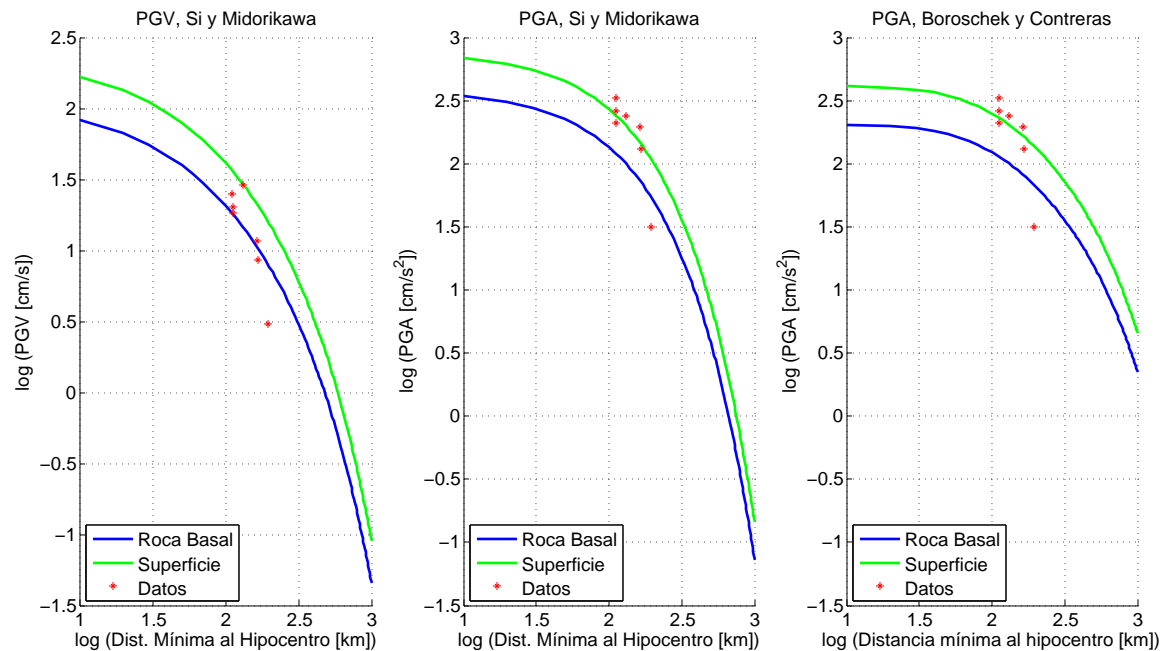


Figura 3.1: Comparación de tres ecuaciones con datos del terremoto del sur de Perú de 2001.

Se puede notar que la medición de PGV no se comporta de forma similar a la ecuación de *Si and Midorikawa*. De hecho, esta se aproxima con mucho mayor precisión a la relación para la roca basal, por lo que puede ser descartada prácticamente en forma inmediata. Sin embargo, para las otras dos ecuaciones, no existen *a priori* argumentos suficientes como para decantarse por alguna de ellas. Para tomar una decisión al respecto, se ha calculado el error absoluto medio ponderado de cada conjunto de datos por sismo, resultado que se presenta en la Tabla 3.4

Tabla 3.4: Error absoluto medio por sismo y total, para cada ecuación.

Sismo	Nº Datos	e_{abs} PGV (<i>Si and Midorikawa</i>)	e_{abs} PGA (<i>Si and Midorikawa</i>)	e_{abs} PGA (<i>Boroschek and Contreras</i>)
Sur de Perú	7	1.2481	0.4809	0.6355
Tocopilla	16	0.6757	0.6159	0.5388
Maule	21	0.8902	0.3766	0.2550
Total	44	0.8691	0.4802	0.4187

La ecuación que presenta los mejores resultados es la de *Boroschek and Contreras*. Si bien esta fue concebida a partir del terremoto del Maule de 2010 (caso en el que justamente se presenta el menor error), se aprecia que en términos generales, existe un comportamiento más adecuado. Sin embargo, es importante destacar que la ecuación de *Si and Midorikawa* no se encuentra muy distante en capacidad predictiva de la aceleración máxima del suelo, lo cual demuestra que es una ecuación cuyo potencial

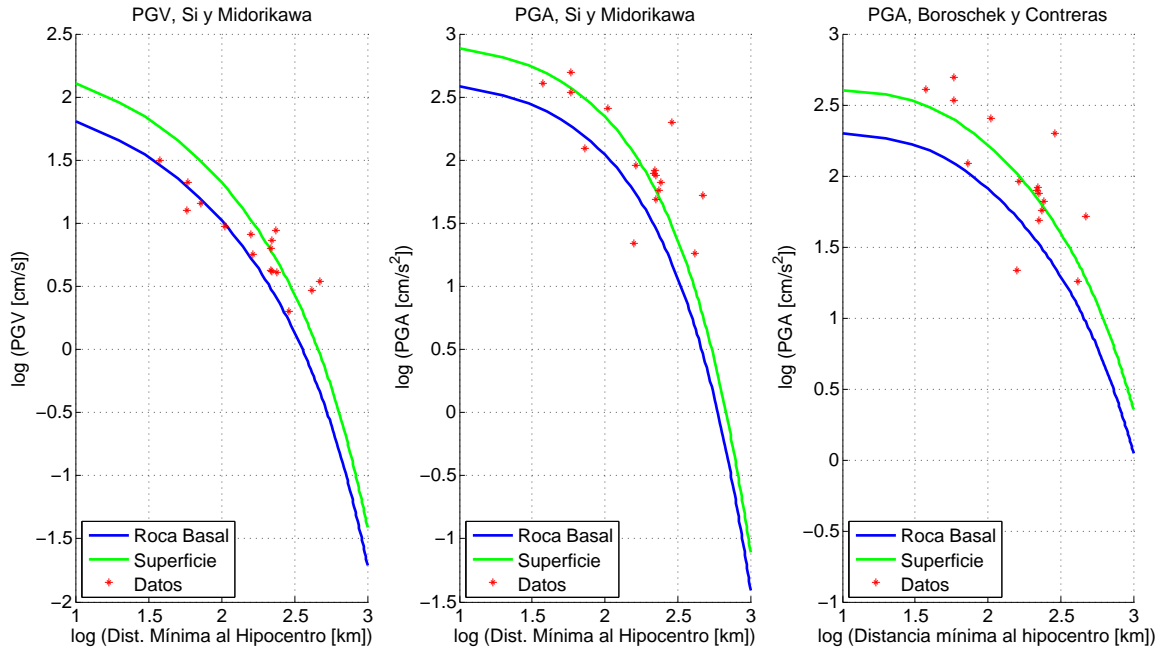


Figura 3.2: Comparación de tres ecuaciones con datos del terremoto de Toconilla de 2007.

uso podría extenderse más allá de su campo original de estudio (Japón). Se considera entonces que la ecuación de *Boroschek and Contreras* es apropiada para estimar la aceleración máxima del suelo.

3.2.2.2. Reconstrucción ecuación de *Wald et al.*

En esta sección se han empleado los resultados de la sección anterior para verificar tanto las ecuaciones originales de Wald para **aceleración** (dado que la ecuación de *Boroschek and Contreras* calcula aceleraciones), como dos conjuntos de ecuaciones determinados a partir de los datos recopilados desde ONEMI (2011-2014) y de datos adicionales de acelerógrafos. Las tres ecuaciones verificadas son:

- *Wald et al.* (1999).

$$MMI = 3.66 \log PGA - 1.66; MMI < 5 \quad (3.2.1)$$

$$MMI = 2.20 \log PGA + 1.00; MMI \geq 5 \quad (3.2.2)$$

- Modificación de la ecuaciones originales, construidas a partir de los datos recopilados desde ONEMI. (Modelo 1).

$$MMI = 4.5985 \log PGA - 0.9072; MMI < 5 \quad (3.2.3)$$

$$MMI = 3.0255 \log PGA + 0.9840; MMI \geq 5 \quad (3.2.4)$$

- Modificación de las ecuaciones originales, construidas a partir de los datos recopilados desde ONEMI, más datos adicionales de seis sismos de subducción obtenidos desde la base de datos de *terremotos.uchile.cl* (Modelo 2).

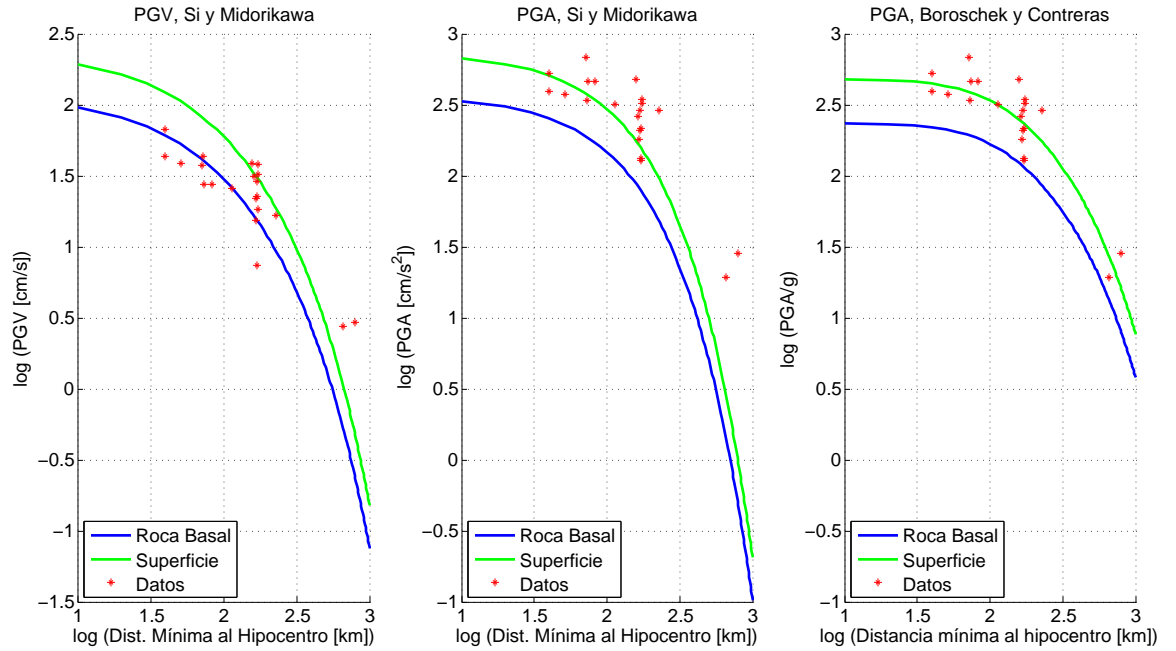


Figura 3.3: Comparación de tres ecuaciones con datos del terremoto del Maule de 2010.

Para estos efectos se recurrió a la complementación de los datos recopilados desde ONEMI con seis sismos provenientes de la base de datos disponible en *terremotos.uchile.cl*. Estos datos adicionales se presentan en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5: Distribución reportes red de acelerógrafos por Intensidad

Intensidad	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
N° Reportes	0	2	1	11	24	10	8

De esta forma, las ecuaciones resultantes son las siguientes:

$$MMI = 5.0952 \log PGA - 1.3417; MMI < 4 \tag{3.2.5}$$

$$MMI = 2.9979 \log PGA + 0.7792; MMI \geq 4 \tag{3.2.6}$$

Es importante recordar que, tal como se señaló en la sección 2.2.3, cada conjunto de datos requiere un tratamiento diferente debido a la falta de información completa. Los datos provenientes desde ONEMI no poseen información de PGA, mientras que los datos recopilados desde la red de acelerógrafos no poseen reportes de intensidad asociados. Es por esto que para el conjunto proveniente desde ONEMI se ha utilizado la ecuación seleccionada en la sección 3.2.2.1, es decir, *Boroschek and Contreras*, mientras que para los datos de la red de acelerógrafos se han definido las intensidades correspondientes en función de los reportes existentes para cada sismo, de acuerdo a la cercanía con ellos.

Para validar estas curvas se ha recurrido a datos del período enero-octubre de 2015, recopilado también desde la base de datos de ONEMI. Estos datos se distribuyen de acuerdo a la información presentada por las Tablas 3.6 y 3.7.

Tabla 3.6: Distribución reportes 2015 por intensidad.

Intensidad	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
N° Reportes	159	475	258	89	41	6	3

Tabla 3.7: Distribución magnitudes eventos 2015.

Magnitud	< 3.0	3.0 – 3.9	4.0 – 4.9	5.0 – 5.9	6.0 – 6.9	7.0 – 7.9	≥ 8.0
N° Eventos	1	45	143	59	19	0	1

El contraste por intensidad de cada una de las ecuaciones con el conjunto de datos respectivo entrega los siguientes resultados al calcular el error absoluto medio ponderado, el cual se exhibe en la Tabla 3.8.

Tabla 3.8: Error por intensidad para cada modelo PGA-MMI planteado

Intensidad	N° de datos	<i>Wald et al.</i>	Modelo 1	Modelo 2
II	159	0.2100	0.5002	0.5814
III	475	0.2590	0.4712	0.5251
IV	258	0.2954	0.3294	0.2185
V	89	0.5589	0.1933	0.2285
VI	41	0.5043	0.2258	0.2574
VII	6	0.4293	0.1916	0.2270
VIII	3	0.2752	0.1064	0.1390
Total	1031	0.2972	0.4038	0.4180

Si bien es claro que las ecuaciones de *Wald et al.* son las que se adaptan de mejor forma a los reportes generados, esto está fuertemente influenciado por la gran cantidad de datos que existen en las intensidades bajas, donde *Wald et al.* se ajusta apropiadamente. Sin embargo, para las intensidades más altas (VI-VIII) se observa que los errores crecen para esta misma ecuación, mientras que para las corregidas se reducen en forma considerable. Si se considera que el objetivo de este trabajo es evaluar peligro de tsunami a partir de la evaluación de la intensidad sísmica, entonces adquieren una relevancia mucho mayor aquellos resultados asociados a las intensidades intermedias a altas, por su relación más directa con sismos tsunamigénicos. Con base en este argumento, si se opta por calcular el error ponderado utilizando únicamente las intensidades entre IV y VIII (que corresponden a intensidades medianas a altas), se obtienen los resultados de la Tabla 3.9.

Bajo este argumento, se justifica la utilización de la regresión híbrida (modelo 2, combinación datos ONEMI y red de acelerógrafos) para efectos la construcción de las curvas de intensidad. En la Figura 3.4 se aprecia el contraste entre los valores de los datos de 2015 con cada uno de los grupos de ecuaciones.

Tabla 3.9: Error total considerando solo intensidades IV-VIII

	<i>Wald et al.</i>	Modelo 1	Modelo 2
e_{abs}	0.3779	0.2845	0.2243

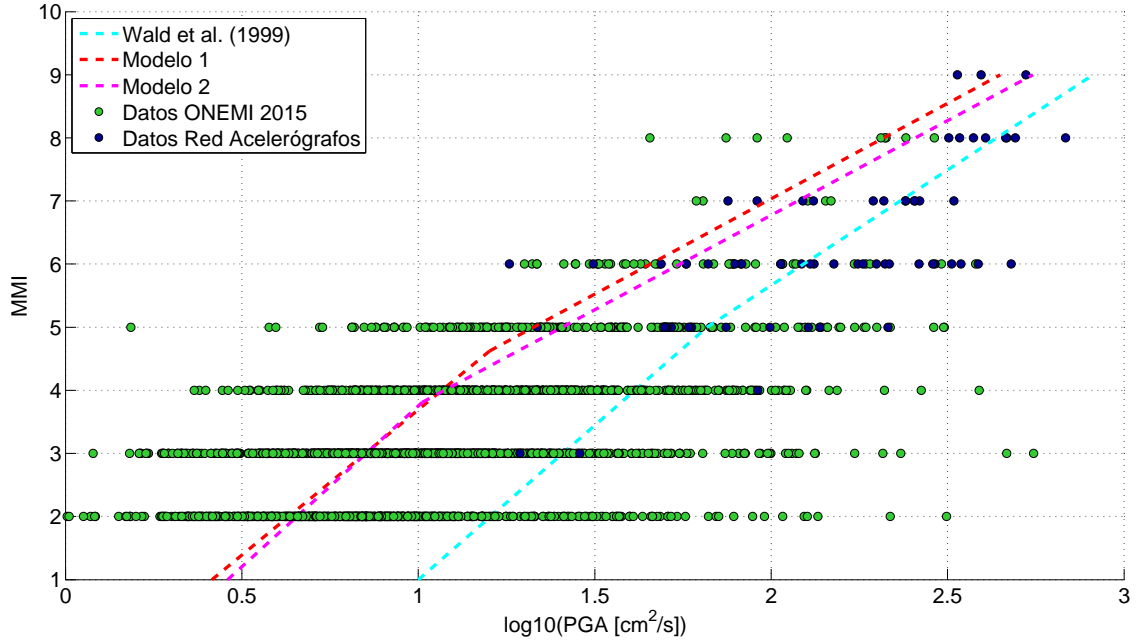


Figura 3.4: Comparación de datos con ecuaciones tipo Wald evaluadas.

3.2.3. Construcción curvas Mw-Δ-MMI

A continuación se presentan los resultados de la aplicación del proceso descrito en la sección 2.2.4, cuyo objetivo es obtener las curvas que relacionan magnitud y distancia con intensidad sísmica (Figura 3.5). Estas curvas se analizan de la siguiente manera: Si por ejemplo un sismo es percibido a 100 kilómetros de distancia del hipocentro (distancia que se estima en función de las primeras informaciones recibidas), y se registra una intensidad de VII en la escala de Mercalli, implica que el sismo alcanza una magnitud aproximada de 8.0.

Respecto a la Figura 3.5 es importante señalar lo siguiente:

Es claro que, dado que la escala de intensidad modificada de Mercalli es de carácter discreto, existirán puntos que quedarán evaluados fuera de las curvas construidas. Sin embargo, dadas las características de evaluación preliminar que posee este método, es posible adaptar los resultados para que éstos queden asociados a la intensidad a la que más se aproximan, evaluando preferentemente en forma conservadora.

En la Figura 3.6 se muestran los resultados de comparar los datos registrados durante 2015 con las curvas de la Figura 3.5, observándose en general buenos ajustes. Si bien se puede apreciar que

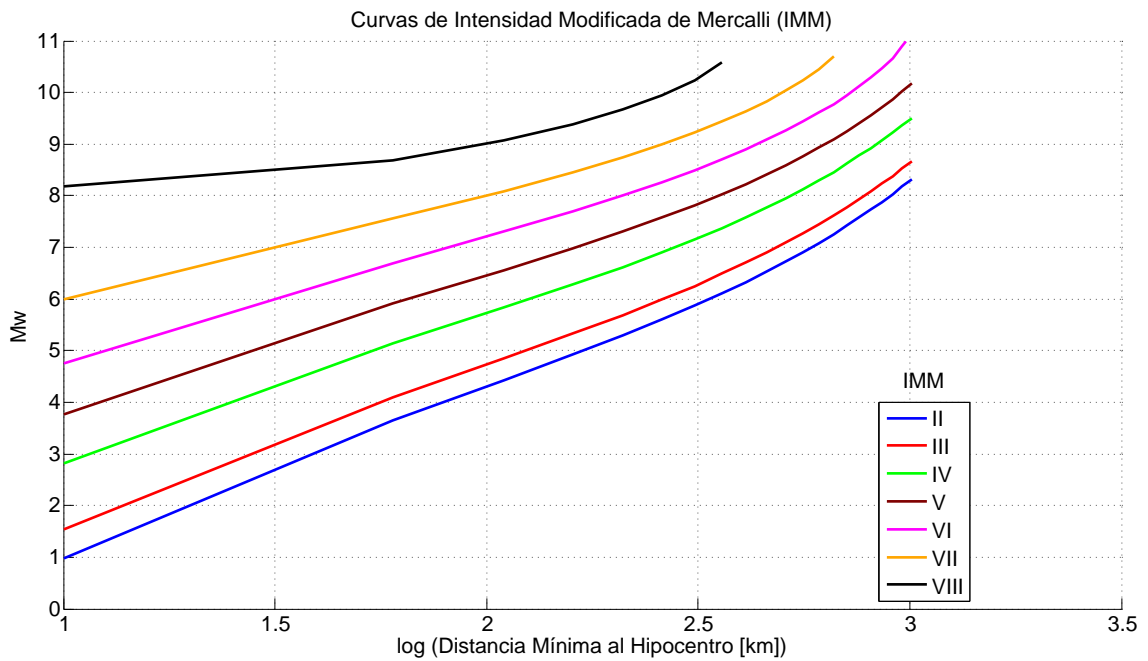


Figura 3.5: Curvas finales de intensidad-magnitud-distancia.

las curvas hasta la intensidad IV representan fielmente los datos recopilados durante 2015, existe una tendencia a la sobreestimación de la magnitud para que los eventos correspondan efectivamente a la intensidad que representan, por lo que es importante destacar dos aspectos que permiten aceptar los resultados como válidos.

En primer lugar, los reportes son altamente subjetivos, por lo que los puntos ubicados en posiciones muy alejadas de la curva respectiva pueden corresponder a reportes sub o sobreestimados en la percepción de la intensidad entregada a ONEMI en el reporte oficial. Por otro lado el carácter discreto de las curvas de intensidad no permite que todos los puntos recaigan directamente sobre alguna de las curvas, por lo que lógicamente habrán combinaciones de distancia y magnitud que no entregarán ningún valor exacto de intensidad y en consecuencia, se aproximarán a la curva inmediatamente superior.

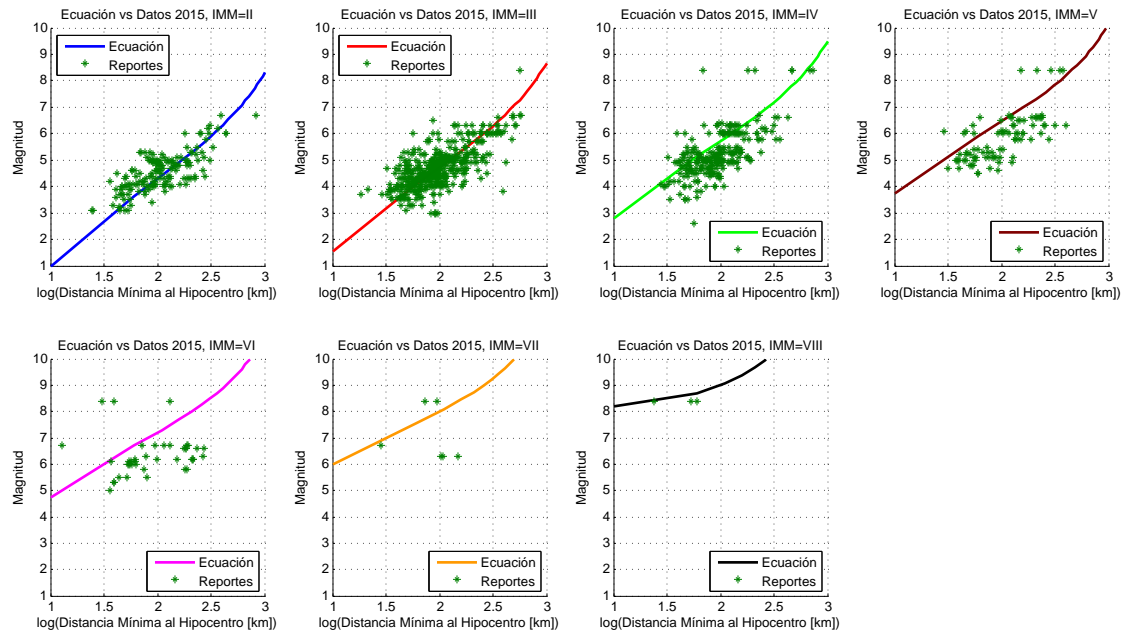


Figura 3.6: Comparaciones entre curvas construidas y datos reportados, por intensidad.

3.3. Curvas M_w - Δ -Nivel de peligro

3.3.1. Selección de datos

El proceso de selección de datos asociados a la evaluación de tsunamis se divide en dos grupos. El primero de ellos consiste en la elección de datos sísmicos desde una base de datos preexistente. Esta base de datos permitirá desarrollar las simulaciones necesarias en los pasos subsecuentes. El segundo grupo corresponde a los puntos donde serán evaluadas estas series de tiempo, para luego proceder con la ejecución de las simulaciones.

3.3.1.1. Escenarios sísmicos

Desde la base de datos disponible se han extraído escenarios bajo los criterios expuestos en la sección 2.3.1.1. La cantidad de escenarios extraída por magnitud se muestra en la Tabla 3.10 y en la Figura 3.7. El detalle de la ubicación y los parámetros que definen a cada uno de estos escenarios se encuentra en el Anexo B.

La razón por la que se ha optado por seleccionar una mayor cantidad de escenarios de magnitud 8.0 busca simplemente aumentar la robustez de los resultados, mediante la reducción de la incertidumbre que estos escenarios presentan respecto de su capacidad para generar tsunamis. La segunda corrida de datos seleccionados incorpora valores de profundidad más altos, junto con mayor cercanía a la costa,

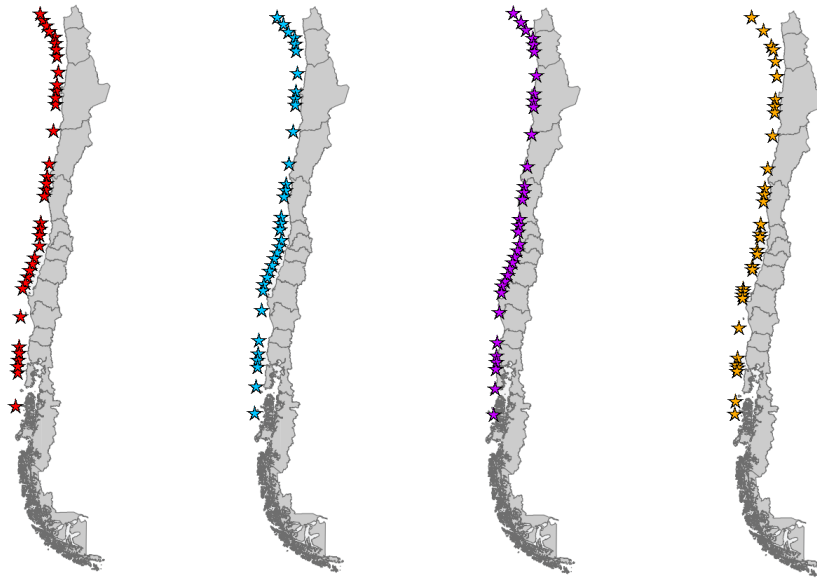


Figura 3.7: Ubicación epicentro de escenarios seleccionados. Magnitudes, de izquierda a derecha, 7.5, 8.0(1), 8.0(2) y 8.5.

Tabla 3.10: Cantidad de escenarios seleccionados por magnitud

Mw	Cantidad
7.5	36
8.0	68
8.5	32
Total	136

ampliando la variedad de casos incluidos en las simulaciones.

3.3.1.2. Puntos de interés

Se han elegido nueve ciudades del país de acuerdo a criterios geográficos, poblacionales y de peligrosidad para estudiar la aplicabilidad del método propuesto. Cada una de estas ciudades posee asociadas una serie de puntos de medición cercanos a la costa, encontrándose entre ellos el punto donde se ubica el mareógrafo de la ciudad respectiva.

La Tabla 3.11 muestra la cantidad de puntos de evaluación empleados para efecto de las simulaciones. Por otro lado, la Figura 3.8 muestra la distribución de estos puntos de pronóstico para las nueve ciudades seleccionadas. El detalle de la ubicación de estos puntos se presenta en el Anexo B.

Tabla 3.11: Cantidad de puntos de pronóstico por ciudad

Ciudad	Puntos de Pronóstico
Arica	4
Iquique	7
Antofagasta	11
Coquimbo	10
Valparaíso	10
San Antonio	9
Constitución	7
Talcahuano	6
Ancud	7

3.3.2. Análisis y verificación de resultados

A continuación, se presentan en detalle los resultados obtenidos a partir de las simulaciones ejecutadas a través de *EasyWave*, y los correspondientes análisis y evaluaciones necesarios para establecer eventuales limitaciones de los resultados.

3.3.2.1. Verificación de datos extremos

Para determinar si los resultados obtenidos a través de las simulaciones son apropiados, se han verificado los resultados obtenidos para las nueve ciudades bajo estudio. La necesidad de ejecutar este paso se debe a que, dado que el método de resolución que emplea *EasyWave* es bastante simplificado, se requiere analizar qué tan alejados de valores de *software* más sofisticados se encuentran sus resultados. De todos modos, la verificación de los datos solo se ha aplicado al máximo valor de amplitud de oleaje por ciudad, por lo que solo se han analizado nueve casos. Para efectos de la verificación se ha empleado el *software* *COMCOT*. La Tabla 3.12 muestra los resultados de comparar el escenario que ha provocado el máximo valor de amplitud de ola para cada ciudad al usar *EasyWave* y *COMCOT*. Se han analizado todos los puntos de pronóstico, no solo aquel que entregó el valor máximo al usar *EasyWave*, sin embargo, en la mayoría de los casos (seis de los nueve) el punto de interés que entrega el máximo valor de la amplitud es el mismo.

Se aprecia en la Tabla 3.12 que existen diferencias considerables entre ambos programas. Sin embargo, lo más importante a tener en consideración en este punto es que a pesar de estas diferencias, *EasyWave* permite construir una relación de carácter más conservador, al incorporar un mayor número de eventos por sobre el estado de alarma. No obstante, cabe notar también que para todos los casos evaluados en este apartado, independiente del *software* utilizado se han obtenido valores de amplitudes máximas mayores a tres metros, por lo que todos los casos son evaluados de la misma manera, es decir, como tsunami mayor. El detalle de los escenarios que producen estos resultados puede encontrarse en el Anexo B.

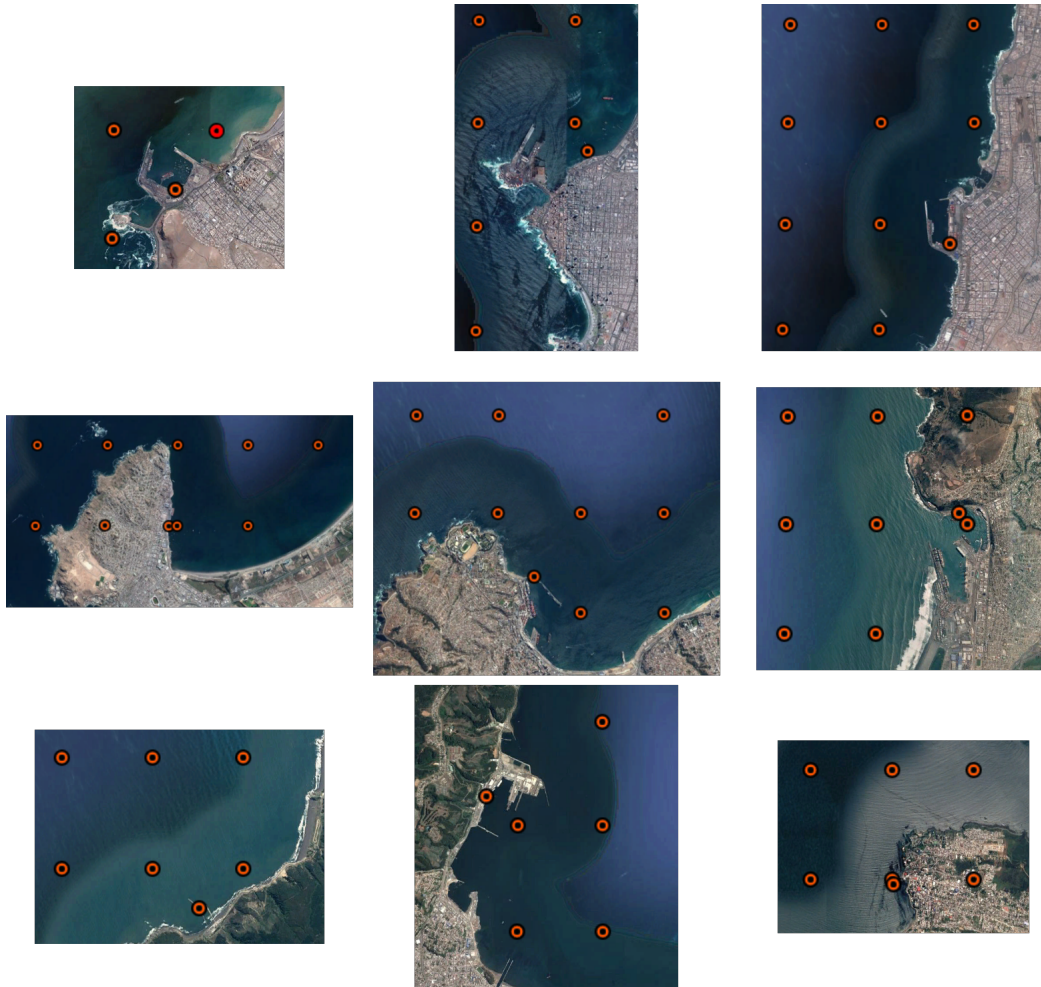


Figura 3.8: Ubicación de puntos de pronóstico de cada una de las nueve ciudades seleccionadas. De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Arica, Iquique, Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso, San Antonio, Constitución, Talcahuano y Ancud.

3.3.2.2. Distribución de alturas

Uno de los métodos empleados para establecer la consistencia de los resultados corresponde al análisis de la variación de las amplitudes alcanzadas en cada escenario en función tanto de la magnitud como de la distancia al hipocentro.

En el Anexo C, se aprecian las distintas gráficas de distribución de amplitudes. A modo de ejemplo, se exhiben en la figura 3.9 los resultados para la ciudad de Valparaíso. Aquí y en otras tres ciudades (Arica, San Antonio, Talcahuano) se presenta una anomalía que puede ser atribuida tanto a las características del *software* empleado, como al rango de distancias disponible. Esta anomalía consiste en que se presenta una amplitud mayor máxima de ola para una distancia mayor a la más cercana registrada. Sin embargo, se observa que en ningún caso existe traslape alguno de amplitudes para distintas magnitudes, sugiriendo que para una misma distancia, una mayor magnitud implicará casi

Tabla 3.12: Comparación escenarios que producen caso extremo en *EasyWave* y valor asociado en *COMCOT*

Ciudad	N° Escenario	h_{max} <i>EasyWave</i> [m]	h_{max} <i>COMCOT</i> [m]	Diferencia Porcentual (%)
Arica	1724015	18.4	8.5	53.59
Iquique	1716995	12.9	10.3	20.39
Antofagasta	519600	14.7	8.2	44.21
Coquimbo	786031	22.1	12.4	43.80
Valparaíso	1702955	14.1	8.7	38.77
San Antonio	1701785	12.3	7.5	38.54
Constitución	1699445	16.3	13.3	18.71
Talcahuano	1046134	17.1	4.9	71.36
Ancud	1232283	8.3	3.7	55.55

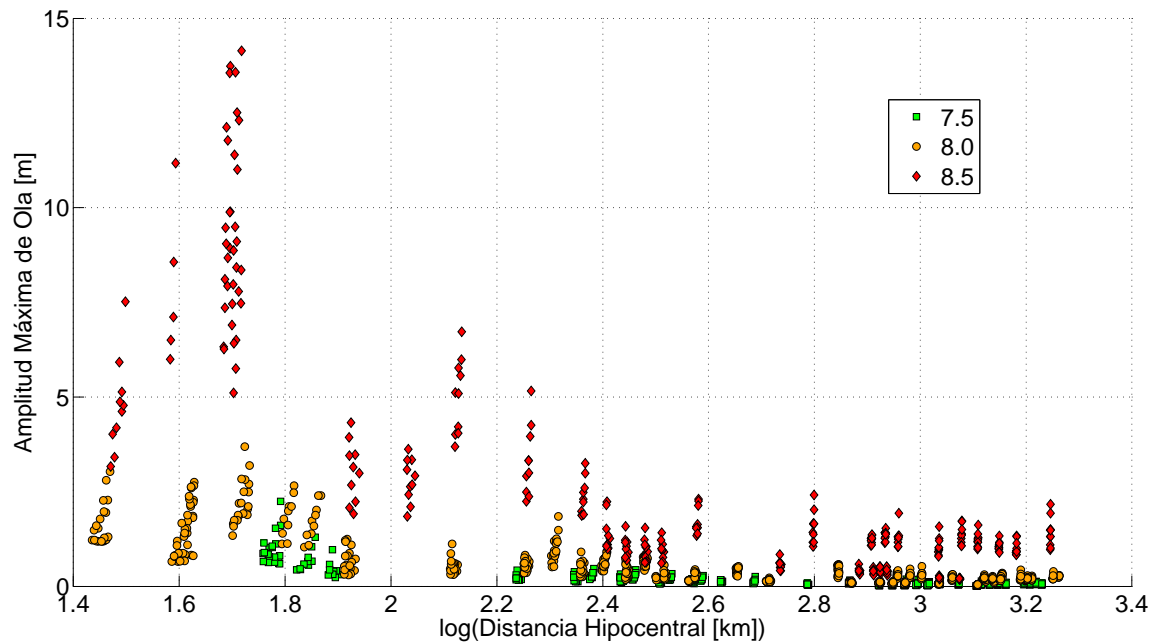


Figura 3.9: Distribución alturas máximas de ola en función de la distancia al hipocentro, Valparaíso.

con total seguridad una altura mayor de tsunami. Este comportamiento es similar para el resto de las ciudades, salvo que los valores máximos de amplitud en Antofagasta y Coquimbo están entre 15 y 40 kilómetros, mientras que para Arica se encuentran entre 80 y 120 kilómetros. Además, todas las ciudades presentan una atenuación de las amplitudes a medida que las distancias aumentan (salvo en el rango inicial para las ciudades que presentan la anomalía mencionada). Dado que este rango no es amplio los resultados son aceptados.

Además, se ha analizado la distribución de los resultados respecto de la distribución del nivel de peligro, es decir, qué tipo de tsunami se alcanzaría dada la evaluación de la altura máxima de ola

probable en cada caso. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13: Distribución simulaciones por nivel de peligro alcanzado

Ciudad	N° de Resultados	% Mayor	% Intermedio	% Menor	% Instrumental
Arica	544	9.38	21.51	33.46	35.65
Iquique	952	6.41	14.08	22.90	56.61
Antofagasta	1496	4.75	11.97	28.28	55.00
Coquimbo	1360	7.06	17.28	26.91	48.75
Valparaíso	1360	5.74	17.79	26.19	50.28
San Antonio	1224	6.13	19.44	26.39	48.04
Constitución	952	13.34	24.47	34.03	28.16
Talcahuano	816	13.48	27.21	31.25	28.06
Ancud	952	3.78	11.97	27.10	57.15

A partir de estos resultados, es posible extraer las siguientes conclusiones:

- Las ciudades potencialmente menos peligrosas, es decir, que presentan los porcentajes más bajos de eventos mayores e intermedios son Antofagasta y Ancud. Esto último es coherente dada la posición geográfica de ambas ciudades puesto que Antofagasta posee una barrera que la protege desde el noroeste (península de Mejillones), y Ancud se encuentra también protegida por la península de Lacuy, además de enfrentar al canal de Chacao y no al Océano Pacífico directamente.
- Por el contrario, Constitución y Talcahuano poseen los mayores porcentajes tanto de eventos mayores como intermedios, lo cual los identifica como los sitios más peligrosos ante tsunamis. Para Constitución esto se puede explicar en parte porque no presenta una bahía que la proteja, por lo que la ciudad se encuentra completamente abierta al impacto de un tsunami. En el caso de Talcahuano existe una mayor protección, pero otros factores podrían estar incidiendo en su nivel de peligro, tales como la batimetría de la zona. Cabe destacar que ambas ciudades fueron de las más afectadas por el tsunami ocurrido en 2010.

Otro modo de evaluar el nivel de peligro de las nueve ciudades, es a través de la definición arbitraria de un índice que determine el posicionamiento relativo de cada ciudad respecto a las demás de acuerdo a los porcentajes de distribución de los resultados. Si se normaliza el valor del porcentaje de cada tipo de tsunami para cada ciudad por el porcentaje más alto existente para el tsunami respectivo en el caso de tsunami mayor, intermedio y menor; y por el mínimo para tsunami instrumental (debido a que un mayor porcentaje de estos representa una peligrosidad más baja) y luego se ponderan estos cocientes con los porcentajes correspondientes a cada categoría, es posible calcular un índice de peligrosidad, que permite comparar cuantitativamente cada una de las ciudades. Este puede ser calculado a través de la ecuación 3.3.7, de tal manera que mientras menor sea el valor, más peligrosa será la ciudad en comparación a las ocho restantes.

$$I.P.j = \frac{1}{100} \left(\sum_{i=1}^3 \frac{PC_{i,j}}{\text{Max}[PC_{i,j}]_{j=1}^9} + \frac{PC_{4,j}}{\text{Min}[PC_{4,j}]_{j=1}^9} \right) \quad (3.3.7)$$

Donde $PC_{i,j}$ corresponde a cada uno de los porcentajes para el tipo de tsunami i en la ciudad j determinada ($i = 1$: tsunami mayor, $i = 4$: tsunami instrumental), dados por la Tabla 3.13.

En la Tabla 3.14, se aprecia que este indicador es bastante coherente con las observaciones extraídas mediante el análisis preliminar de la distribución de los eventos, siendo por la vía del indicador las ciudades más peligrosas Constitución y Talcahuano, y las menos peligrosas Ancud e Iquique.

Tabla 3.14: Índice de peligrosidad ciudades.

Ciudad	Cuociente respecto a porcentaje máximo o mínimo				I.P.	Posición
	Mayor	Intermedio	Menor	Instrumental		
Arica	0.696	0.791	0.983	1.27	1.017	3
Iquique	0.476	0.517	0.673	2.017	1.4	8
Antofagasta	0.352	0.44	0.831	1.96	1.382	7
Coquimbo	0.524	0.635	0.791	1.737	1.206	5
Valparaíso	0.426	0.654	0.77	1.792	1.243	6
San Antonio	0.455	0.714	0.775	1.712	1.194	4
Constitución	0.99	0.899	1	1.004	0.975	2
Talcahuano	1	1	0.918	1	0.974	1
Ancud	0.28	0.44	0.796	2.037	1.443	9

3.3.2.3. Distribución de distancias

Para analizar el impacto de la distancia al hipocentro se ha graficado la distribución de distancias que producen tsunami mayor (i.e. amplitud de ola mayor a 3 metros) para cada ciudad a través de *box-plots*. Aquí pueden identificarse una serie de parámetros que responden a la sensibilidad a la ocurrencia de tsunamis de gran magnitud de una ciudad en particular. La Figura 3.10, denota que existen ciudades cuyo rango de distancias que producen un tsunami de grandes proporciones es considerable, debido a la amplitud que existe entre la posición de los percentiles 25 y 75 de los datos. Ciudades como Iquique, Coquimbo, Valparaíso y Constitución tienden a presentar un tsunami mayor si la distancia al foco es menor a aproximadamente 320 kilómetros. Por otro lado, ciudades como Arica, Antofagasta, San Antonio y Ancud, presentan una concentración mucho mayor respecto de la distancia que produce un tsunami mayor, ya que la diferencia entre percentiles 25 y 75 es baja (no mayor a 25 kilómetros). Esto último implica que la mayor probabilidad en la ocurrencia de un tsunami para estas ciudades se presenta cuando la distancia al hipocentro se encuentra en aquel rango, lo que potencialmente dificulta que se presenten las condiciones necesarias para la generación de un tsunami en estos puntos. Por último se tiene a Talcahuano, ciudad cuya propensión a la ocurrencia de tsunamis aparenta ser más elevada que para el resto de las ciudades. Esto puede apreciarse dado que existe una gran amplitud entre los percentiles 25 y 75, no existiendo datos escapados dentro de la distribución,

por lo que se presenta una elevada certeza en la ocurrencia de un tsunami mayor si el hipocentro se encuentra entre aquellas distancias. De darse el caso contrario, la probabilidad en la ocurrencia de un tsunami mayor baja considerablemente.

Estas observaciones coinciden en su mayor parte con los resultados observados a partir de las Tablas 3.13 y 3.14, donde por ejemplo existe consistencia en la evaluación preliminar tanto de Talcahuano como de Ancud, que al ser contrastadas con los resultados de la Figura 3.10 demuestran una clara tendencia hacia su mayor y menor peligrosidad, respectivamente. Sin embargo, es necesario destacar algunas inconsistencias entre los distintos métodos de análisis descritos con anterioridad para algunas ciudades, que no deja en evidencia su peligrosidad, y que por lo tanto requieren de un análisis más acabado para su posicionamiento relativo respecto al resto de las locaciones bajo estudio. En primer lugar, para el caso de San Antonio se tiene que es la cuarta ciudad más peligrosa de acuerdo a su I.P., no obstante, a partir de la gráfica de Box-Plot, se concluye que se encuentra dentro de las menos peligrosas. Algo similar ocurre en el caso de Arica, que se encuentra tercera en peligrosidad en función del I.P., pero que posee una gráfica de Box-Plot sumamente acotada. Al mismo tiempo posee una notable cantidad de datos escapados, situación que permite sugerir que efectivamente es una ciudad con un peligro latente considerable. Por último se encuentra el caso de Iquique, que aparenta una baja peligrosidad según su I.P. (octavo lugar) que se contradice con la gran amplitud de su gráfica de Box-Plot.

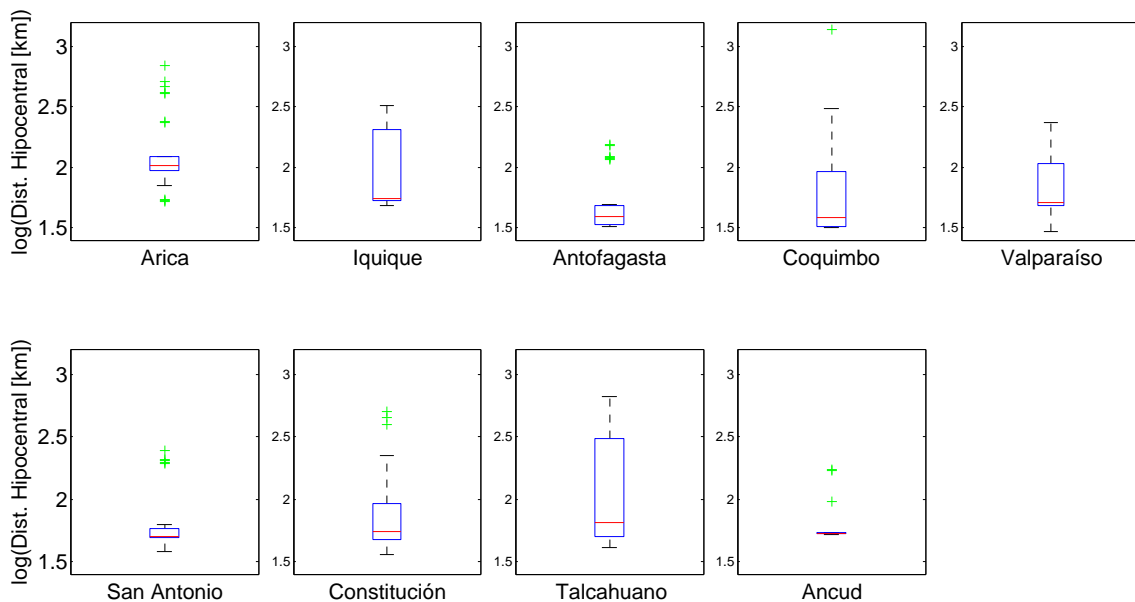


Figura 3.10: Gráficas *box-plot* para la distribución de distancias al hipocentro por ciudad, generadoras de tsunami mayor. Las cruces representan datos escapados, y los límites superior e inferior de los rectángulos azules, los percentiles 25 y 75.

3.3.3. Resultados construcción de curvas de nivel de peligro

3.3.3.1. Resultados por ciudad

Los resultados de la ejecución del algoritmo propuesto en la sección 2.3.5 se presentan en la Tabla 3.15. En el Anexo D, se encuentran las gráficas respectivas para cada ciudad. En la Figura 3.11 se aprecia, a modo de ejemplo, el resultado de la aplicación del algoritmo para la ciudad de Constitución.

Tabla 3.15: Resultados aplicación algoritmo propuesto (\bar{s} : pendiente, c_i : interceptos).

Ciudad	\bar{s}	c_1	c_2	c_3
Arica	0.8654	6.1992	5.6625	5.1258
Iquique	0.7324	6.7773	6.2529	5.7285
Antofagasta	0.7943	6.6971	6.1964	5.6958
Coquimbo	0.7185	6.8335	6.3261	5.8187
Valparaíso	0.7103	6.9844	6.4634	5.9423
San Antonio	0.8310	6.8375	6.2996	5.7618
Constitución	0.5737	6.9869	6.4690	5.9510
Talcahuano	0.6319	6.7436	6.2956	5.8476
Ancud*	1.0232	6.4776	5.6910	4.9045

* Para el caso de Ancud, se aplicó un método alternativo, ya que solo se obtuvieron valores de tsunami mayor para eventos de magnitud 8.5, por lo que no hay puntos suficientes para construir la recta mayor-intermedio inicial. Por este motivo se ha utilizado la pendiente de la recta menor-intermedio como pendiente global.

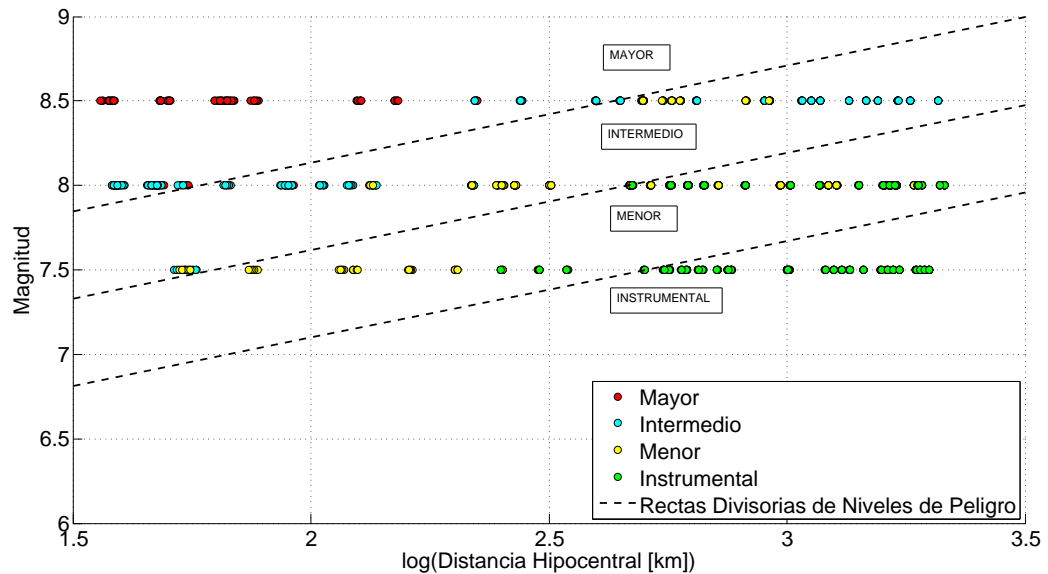


Figura 3.11: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami para Constitución.

En la Tabla 3.15, se presentan los resultados de pendiente (\bar{s}) e interceptos de las rectas divisorias mayor-intermedio (c_1), intermedio-menor (c_2) y menor-instrumental (c_3). Estos resultados permiten establecer las siguientes observaciones:

- Valores de pendientes más bajos implican un mayor peligro, ya que menores pendientes conllevan un mayor rango de distancias y magnitudes con potencial para la ocurrencia de un tsunami mayor. Para una misma distancia, una ciudad con pendiente menor se encontrará en un nivel de peligro más elevado que otra con pendiente mayor.
- Valores de interceptos menores, también implican un mayor peligro, debido a que un sismo de magnitud comparativamente más baja que en casos con interceptos mayores, podría ocasionar un tsunami de una envergadura mayor, por lo que se puede inferir que existiría una mayor sensibilidad a la ocurrencia de este tipo de eventos para ciudades con los valores más bajos.

Respecto del peligro específico de las ciudades se comenta lo siguiente:

- Se aprecia que los sitios más peligrosos, *i.e.* Constitución y Talcahuano, son los que presentan las pendientes más bajas. Lo mismo ocurre en el caso contrario, donde Ancud demuestra ser la ciudad menos peligrosa.
- Es posible a su vez responder a la sección 3.3.2.3 respecto de las diferencias entre I.P. y Box-Plot para San Antonio, Arica e Iquique. En los tres casos el valor de las pendientes se asocia más fuertemente al resultado entregado por las gráficas de Box-Plot, por las razones que se describen a continuación. Primero, San Antonio presenta una baja peligrosidad según el análisis Box-Plot, siendo en este caso la ciudad con la tercera pendiente más alta, consistente con aquello. Mientras tanto, Arica también presenta una pendiente elevada, consistente con la elevada cantidad de distancias escapadas de su distribución que generan tsunami mayor en la ciudad. Por último, Iquique se encuentra en un rango intermedio de pendiente, lo que le confiere un nivel de peligro moderado, asociándose de mejor forma a su gráfica de Box-Plot de elevada amplitud de rango intercuartil y sin datos escapados (en comparación al I.P. que la ubica como la segunda ciudad menos peligrosa).
- Arica tiene la pendiente más alta de las nueve ciudades, sin embargo, posee a su vez los interceptos más bajos. Esto es consecuencia de la forma como están distribuidos los datos para esta ciudad, dado que presenta la mayor cantidad de datos escapados de todo el grupo, lo que le entrega mayor incertidumbre a los resultados. Por otro lado, esta ciudad figura en posiciones intermedias respecto a las demás ciudades, siendo tercera en índice de peligro, al no destacarse notoriamente en ninguno de los porcentajes de distribución de tsunamis. Se puede inferir de este modo, que la combinación pendiente alta/interceptos bajos, signifique que Arica es más sensible y vulnerable a eventos relativamente cercanos a ella y de magnitud intermedia.

3.3.3.2. Validación de los resultados

En este punto se verifica que las gráficas construidas para las nueve ciudades seleccionadas, obtenidas en la sección 3.3.3.1, sean coherentes con resultados reales de los mareógrafos. Para ello se dispone de información de las series de tiempo para los últimos tres sismos que han causado tsunami destructivo en el país, esto es, Maule 2010, Iquique 2014 e Illapel 2015. Información de estos sismos se presenta en la Tabla 3.16 (obtenida desde *globalcmt.org*)

Tabla 3.16: Datos de sismos 2010, 2014 y 2015 con presencia de tsunami destructivo.

Sismo	Mw	Prondidad [km]	lat [°]	long [°]	dip [°]	strike [°]
Maule 2010	8.8	23.2	-35.98	-73.15	18	19
Iquique 2014	8.1	21.6	-19.70	-70.81	15	355
Illapel 2015	8.3	17.4	-31.13	-72.09	19	7

Al obtener los valores máximos de amplitud de cada serie de tiempo y las distancias entre hipocentro y mareógrafo con el algoritmo presentado en la sección 2.2.2, se puede ingresar a las gráficas con la combinación $M_w\text{-log}\Delta$ para determinar el nivel esperado de tsunami y compararlo con el nivel asociado al valor que entrega el mareógrafo, estableciendo si la estimación es apropiada, o si subestima o sobreestima los valores reales. Es importante notar que la evaluación no permite estimar alturas de ola, simplemente se precisa el nivel de peligro que un determinado evento representa para una ciudad específica.

Así, se dispone de 22 series de tiempo correspondientes a los eventos indicados en las nueve ciudades bajo análisis. En la Tabla 3.17 se muestran los resultados de las amplitudes máximas de ola registradas por cada mareógrafo. Existen cinco casos en los que no se tiene registro de esta información.

Tabla 3.17: Altura máxima de ola registrada por mareógrafos durante tsunamis de 2010, 2014 y 2015.

Ciudad	Altura máxima de ola [m]		
	Maule 2010	Iquique 2014	Illapel 2015
Arica	1.19	1.95	0.59
Iquique	0.60	1.79	0.15
Antofagasta	0.56	0.26	0.51
Coquimbo	1.59	0.24	4.82
Valparaíso	2.36	0.21	1.91
San Antonio	–	0.29	1.13
Constitución	–	0.40	1.45
Talcahuano	1.70	0.39	1.32
Ancud	–	–	–

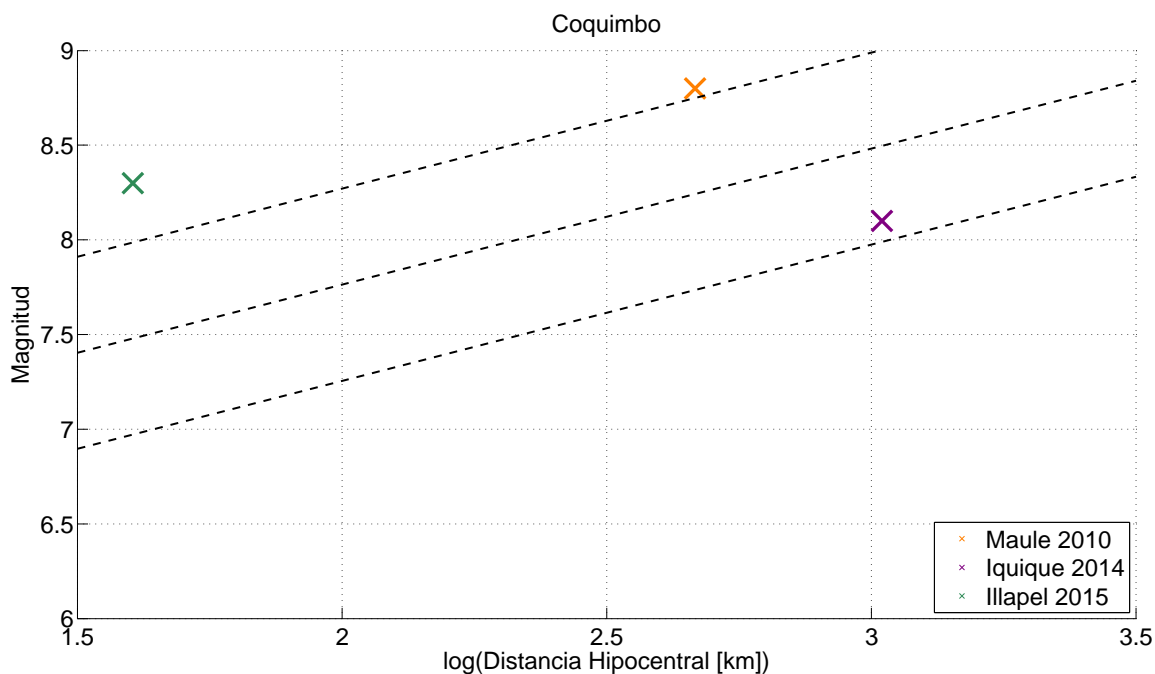
A su vez, las distancias mínimas hipocentrales a cada punto de ubicación de los mareógrafos están dadas por la Tabla 3.18.

Con esta información se procede a la evaluación de las distintas gráficas creadas en la sección 3.3.3.1, mostrándose a modo de ejemplo el resultado obtenido para la ciudad de Coquimbo en la

Tabla 3.18: Distancia al hipocentro entre mareógrafos y sismos de 2010, 2014 y 2015.

Ciudad	log(Distancia mínima al hipocentro [km])		
	Maule 2010	Iquique 2014	Illapel 2015
Arica	3.24	1.75	3.11
Iquique	3.19	1.62	3.05
Antofagasta	3.07	2.55	2.86
Coquimbo	2.67	3.02	1.61
Valparaíso	2.13	3.14	1.98
San Antonio	1.91	3.16	2.19
Constitución	1.52	3.22	2.55
Talcahuano	1.50	3.26	2.71
Ancud	2.63	3.38	3.04

Figura 3.12.

**Figura 3.12:** Ejemplo de evaluación curvas de nivel de peligro, para Coquimbo.

Según la Tabla 3.17, los resultados para Coquimbo indican tsunami intermedio, instrumental y mayor para los sismos de 2010, 2014 y 2015, respectivamente para Coquimbo. Mientras que la Figura 3.12, indica tsunami mayor, menor, y mayor, respectivamente. De esta manera, para este caso particular se tiene que la delimitación dada por las curvas de nivel de peligro sobreestima la magnitud del tsunami para los sismos de 2010 y 2014, y evalúan correctamente el nivel de peligro para el evento de 2015. Este comportamiento es similar para el resto de las ciudades, donde no se presenta ninguna subestimación. Del total de 22 registros, 10 (45.45%) se sobreestiman y 12 se encuentran correctamente

evaluados. Esta información se detalla en la Tabla 3.19.

Tabla 3.19: Error en la estimación del nivel de peligro para los eventos estudiados (en cantidad de niveles). n/d: no hay datos.

Ciudad	Error en la estimación del peligro		
	Maule 2010	Iquique 2014	Illapel 2015
Arica	0	+1	0
Iquique	+1	+1	+1
Antofagasta	+1	+1	0
Coquimbo	+1	+1	0
Valparaíso	+1	0	0
San Antonio	n/d	0	0
Constitución	n/d	0	0
Talcahuano	+1	0	0
Ancud	n/d	n/d	n/d

Estos resultados proporcionan un buen indicio respecto de la utilidad de las curvas de nivel de peligro. De todos modos la relación entre los dos conjuntos de curvas obtenidos en este capítulo se detalla en el Capítulo 4, a través de un ejemplo de aplicación.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Introducción

En este capítulo se realizan comentarios surgidos durante el proceso de definición de las metodologías empleadas para la obtención de los distintos resultados y para la implementación de las diferentes herramientas utilizadas.

Además, se detallan los alcances y restricciones del método propuesto para la evaluación del nivel de peligro existente en cada una de las ciudades analizadas, detallándose una propuesta para el procedimiento de lectura de las gráficas construidas a través de un ejemplo de aplicación.

Por último, se establecen puntos donde se estima pueden aplicarse mejoras a futuro, junto con las potenciales debilidades que pueda tener el uso de este método.

4.2. Comentarios generales

4.2.1. Curvas Mw- Δ -MMI

Si bien a simple vista pareciera que estas curvas carecen de relevancia relativa respecto a las curvas Mw- Δ -*Nivel de peligro* debido a que estas últimas permiten evaluar directamente el potencial destructivo de un tsunami, es importante recalcar y contextualizar la manera en que la información fluye entre las distintas instituciones encargadas de la evaluación. De este modo, dado que la primera información que se recibe corresponde a los reportes de MMI, el método planteado se ha construido desde la base que las curvas de intensidad proporcionarán una evaluación intermedia, entregando la estimación de un rango de magnitudes potenciales del sismo, que permiten evaluar los respectivos niveles de peligro.

4.2.2. Curvas Mw- Δ -Nivel de peligro

Esta herramienta adicional para la evaluación del peligro que reviste la ocurrencia de un sismo en la generación de un tsunami permite estimar su potencial destructivo. De esta manera se aprecia que las curvas cumplen con las expectativas dado que su evaluación de estas se acerca a los resultados de las mediciones de los mareógrafos disponibles, a pesar de que existe una tendencia a la sobreestimación de los resultados. Esta tendencia se encuentra dentro de lo esperable dada la naturaleza preliminar de esta herramienta, donde se privilegia la corrección de una sobreestimación, cancelando una alerta, por sobre la corrección de una subestimación, emitiendo una alerta tardía que podría traer graves consecuencias.

4.2.3. Tratamiento de la información

La forma bajo la cual se han manejado los distintos conjuntos de datos empleados para el desarrollo de cada sección, responde tanto a la disponibilidad de la información como a la cantidad y distribución de esta, tanto temporal como espacialmente. Lamentablemente, la información disponible no es suficiente como para desarrollar un método de mayor complejidad, *e.g.* a través de un análisis detallado por localidad respecto de los reportes que se emiten desde aquel punto, o su distribución estadística, por lo que se ha tenido que trabajar adaptando los métodos correspondientemente a estas limitaciones.

4.2.4. Consistencia de los resultados

Observando el comportamiento de las simulaciones ejecutadas, la distribución de las alturas máximas de oleaje, las variaciones existentes entre ciudades y la comparación de los índices de peligro, se puede notar que los resultados son en general acordes con la respuesta observada tras los últimos

tsunamis ocurridos en el país. Estos resultados son coherentes con los puntos que más afectados se han visto tras estos eventos (*e.g.* Coquimbo en 2015, Talcahuano y Constitución en 2010).

4.3. Ejemplo de aplicación

A través del ejemplo que se detalla a continuación, se pretende exhibir la forma a través de la cual sería posible la evaluación de un sismo. Cabe notar que dado que este ejemplo posee información conocida, solamente se omitirá el valor real de magnitud para efectos de este ejemplo, para así poder establecer la capacidad predictiva de la metodología desarrollada. El modo de operación propuesto se grafica en la Figura 4.1.

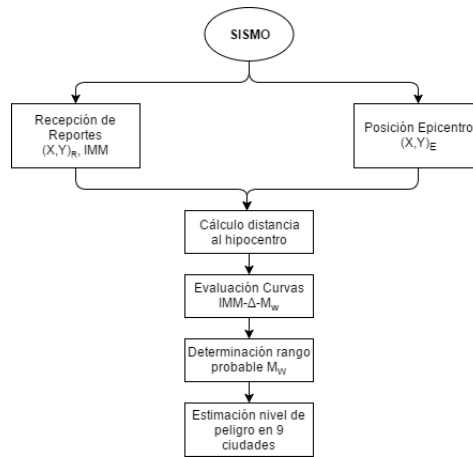


Figura 4.1: Cambio de coordenadas aplicado.

Para este ejemplo se muestran los resultados obtenidos a partir del sismo del día 1 de abril de 2014. Los parámetros de este sismo se muestran en la Tabla 4.1. Estos datos se han extraído de la página web de *Global CMT*.

Tabla 4.1: Parámetros del terremoto de Iquique, 1 de abril de 2014

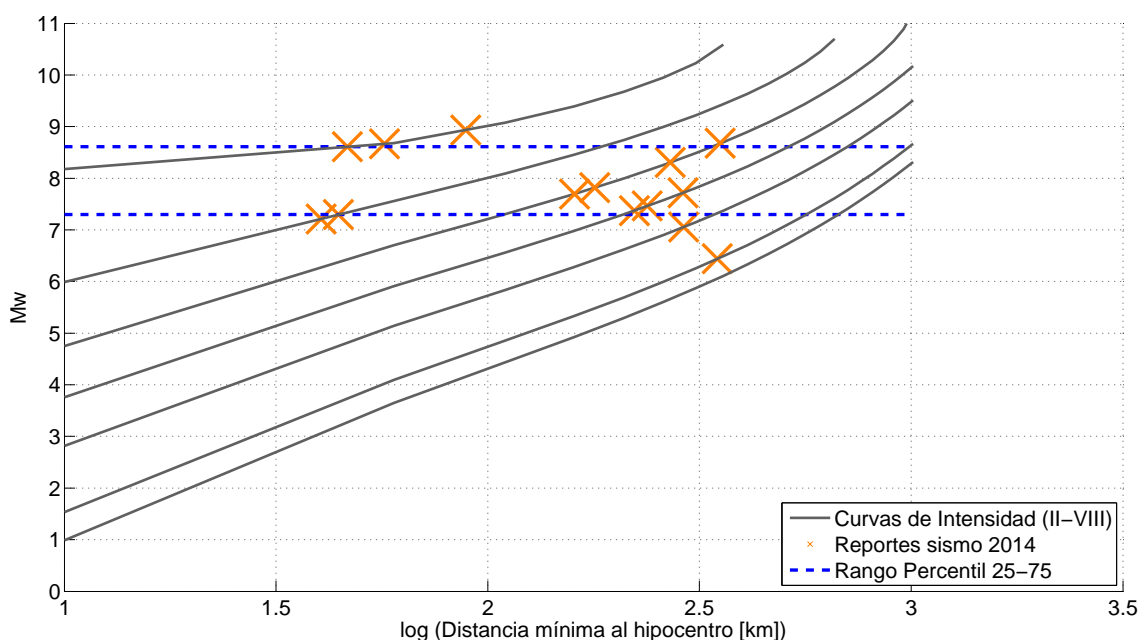
Parámetro	Mw	Latitud [°]	Longitud [°]	Profundidad [km]	Dip [°]	Strike [°]
Valor	8.1	-19.70	-70.71	21.6	15	355

Se utilizan los datos de la Tabla 4.1 en conjunto con los reportes de la Tabla 4.2, los cuales han sido obtenidos de la página web del Centro Sismológico Nacional, para obtener las respectivas distancias mínimas al hipocentro.

Para estimar la magnitud, se recurre a la gráfica de Mw-Δ-MMI. Los resultados pueden apreciarse en la Figura 4.2 donde las cruces representan la evaluación de cada uno de los reportes en la curva de intensidad correspondiente.

Tabla 4.2: Reportes del terremoto de Iquique, 1 de abril de 2014

Localidad	Latitud [°]	Longitud [°]	MMI	Localidad	Latitud [°]	Longitud [°]	MMI
Arica	-18.475	-70.314	VIII	Tocopilla	-22.067	-70.200	VI
Codpa	-18.833	-69.744	VIII	María Elena	-22.035	-69.667	V
Cuya	-19.160	-70.179	VIII	Calama	-22.467	-68.917	VI
Iquique	-20.217	-70.167	VII	Sierra Gorda	-22.883	-69.317	IV
Alto Hospicio	-20.268	-70.105	VII	San Pedro de Atacama	-22.917	-68.217	VI
Ollagüe	-21.217	-68.267	V	Mejillones	-23.100	-70.450	V
Quillagua	-21.660	-69.535	VI	Antofagasta	-23.633	-70.400	III

**Figura 4.2:** Evaluación reportes terremoto 1 de abril 2014 en curvas de intensidad.

El rango de magnitudes alcanzado abarca desde M_w 6.4 hasta 8.9, amplitud demasiado extensa para efectos de determinar un tipo de tsunami. Sin embargo, se observa también que los reportes de intensidades más bajas son los que se alejan en mayor medida del valor real de la magnitud del sismo. Es por esto que se consideran solo los reportes ubicados entre los percentiles 25 y 75 de la distribución de magnitudes en caso que la cantidad de reportes recibidos por ONEMI sea considerable (e.g. si existen más de 10 reportes). Al aplicar esto, se obtiene un rango de magnitudes entre 7.3 y 8.6 para el sismo analizado, reduciéndose así los niveles de tsunami evaluados.

Al combinar este rango con la correspondiente distancia mínima a la ciudad de Arica, se obtiene el nivel de tsunami esperado, que en este caso correspondería de intermedio a mayor (niveles 3 y 4) (Figura 4.3). Se compara esta evaluación con la combinación magnitud-distancia a la que se encuentra el mareógrafo correspondiente. De este modo se obtiene bajo esta configuración un tsunami mayor, lo

cual sobreestima en un nivel el resultado real registrado por este instrumento (cuya altura máxima alcanzó 1.95 metros). Esto se acepta dada la naturaleza preliminar del método desarrollado, donde se favorece una sobreestimación inicial desestimada por sobre una subestimación corregida tardíamente conllevando un mayor peligro para la población al no tenerse el tiempo suficiente para realizar una debida evacuación de la costa.

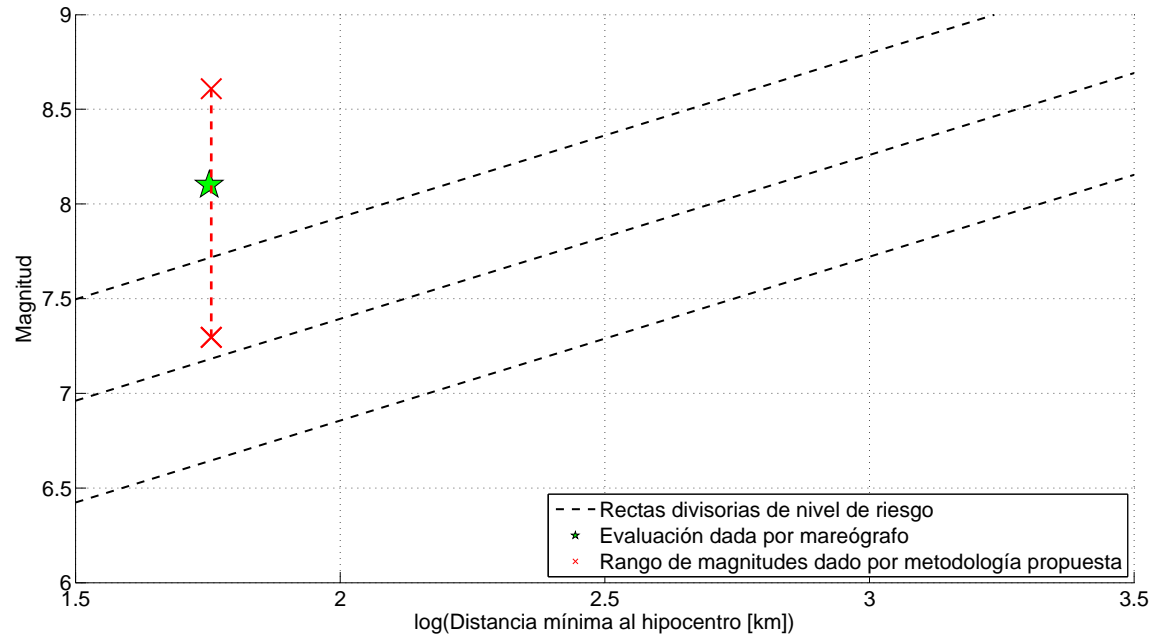


Figura 4.3: Determinación niveles de peligro esperados para la ciudad de Arica en base a rango de magnitudes estimadas para el terremoto del día 1 de abril de 2014.

4.4. Mejoras que se podrían aplicar y trabajo futuro

A partir del desarrollo de este trabajo, se han podido identificar las siguientes potenciales mejoras para incrementar la precisión y calidad de evaluación del método.

En primer lugar, se está desarrollando y analizando el uso de acelerógrafos calibrados para, entre otras cosas, determinar la intensidad de Mercalli a través de algún tipo de fórmula empírica. De este modo se facilitaría la evaluación de la emergencia mediante la metodología propuesta. Con esto se evitarían las dificultades presentes hoy en día respecto de los reportes, tales como ubicación y subjetividad de la percepción. Esto se solucionaría, puesto que se tendría pleno conocimiento de la ubicación de los instrumentos, estando éstos a cargo de alguna autoridad regional o local competente y capacitada para estos efectos. Por otra parte, se poseería una medición directa del valor de intensidad sísmica a través del instrumento, no existiendo necesidad de esperar por recopilar más de una respuesta de los informantes desde una misma zona para poder contrastar los resultados y validar la

intensidad reportada, reduciéndose los tiempos de espera por información detallada. Además la red podría encontrarse completamente vinculada entre sí, para así recopilar en tiempo real la información registrada.

Una segunda potencial mejora que es importante destacar, corresponde a implementar la capacidad del sistema para retroalimentarse. En otras palabras, se busca que a través de la nueva información que se registre a medida que nuevos sismos y sus consecuencias se van manifestando, pueda existir la posibilidad de actualizar las curvas de intensidad y de medición del peligro de tsunami. Así se puede incrementar la calidad de su capacidad predictiva al incorporar una mayor cantidad de datos históricos para su construcción.

Los pasos a seguir a corto plazo serían la búsqueda de la implementación de la metodología desarrollada en ONEMI, considerando recomendaciones adicionales de parte de la institución. La implementación consideraría períodos de prueba y marcha blanca, donde puedan apreciarse potenciales deficiencias no observadas, y se establezcan los protocolos correspondientes para el uso del procedimiento. A mediano y largo plazo, se debería evaluar de la implementación de las mejoras, determinando si estas son aplicables y en qué nivel de profundidad se pueden incorporar a los sistemas de evaluación existentes. Por otro lado, es crucial extender la capacidad predictiva a más localidades, de tal manera que se aumente el espectro evaluativo del método tomando en consideración la variabilidad espacial de tsunamis existente.

CONCLUSIONES

Mediante el desarrollo del presente trabajo se ha obtenido un modelo que permite estimar el nivel de peligro de tsunami para nueve ciudades chilenas a partir de los reportes de intensidad de Mercalli recibidos por ONEMI luego de un sismo. Los resultados muestran coherencia entre los distintos elementos creados para construir el modelo, lo que se traduce en una evaluación apropiada del nivel de peligro. Esta evaluación se acepta, a pesar de presentar una ligera tendencia hacia la sobreestimación, dada la naturaleza preliminar de esta metodología. Es decir, dado que se busca que esta herramienta sirva para dar mayor capacidad de decisión a ONEMI en los instantes inmediatamente posteriores a un sismo, se permite una evaluación un tanto menos precisa, puesto que en ningún caso se persigue que este método reemplace al análisis de la emergencia que se recibe desde SHOA. Simplemente se espera que esta metodología entregue a ONEMI datos cruciales en los instantes de mayor incertidumbre, mientras esperan por información más concreta.

Para la construcción de las curvas $MMI-\Delta-M_w$ se ha recurrido a tres elementos. En primer lugar, al cálculo de la aceleración máxima del suelo en forma empírica, según lo planteado por *Boroschek and Contreras* (2012); luego, a la formulación de un modelo geométrico simplificado para el cálculo de las distancias mínimas hipocentrales a partir de las dimensiones del plano de falla sísmico (*Papazachos et al.*, 2004); y finalmente a la modificación de las ecuaciones de *Wald et al.* (1999) para la estimación de la Intensidad Modificada de Mercalli. A partir de estas tres componentes se han obtenido curvas que indican distintivamente cómo para una misma distancia se requiere de una mayor magnitud para que la percepción de un sismo sea mayor. De este modo, se ha establecido una relación entre distancia, magnitud e intensidad, mediante la reducción de la subjetividad que aporta esta última variable. Se ha planteado el desarrollo de esta etapa bajo la hipótesis que la percepción sísmica no varía geográficamente (misma distancia implica misma intensidad), por lo que se justifica la obtención de un solo conjunto de curvas para todo el territorio nacional. Se debe prestar especial atención a que la intensidad corresponde a una variable discreta, condición que altera ligeramente la evaluación por la necesidad de decantarse por alguna de las dos curvas más cercanas a lo percibido. Esto último se mitiga mediante la evaluación por rangos en la estimación de la magnitud del sismo, puesto que se abarca un espectro mayor de situaciones probables.

Por otra parte, la construcción de las curvas $M_w-\Delta$ -Nivel de peligro ha requerido de la obtención de resultados a partir de la simulación de escenarios predefinidos. Con esto se han establecido distribuciones tentativas de los cuatro niveles de peligro definidos por el SHOA en función de la amplitud máxima esperada de ola, a partir de la utilización de un algoritmo que define rectas divisorias de

cada uno de los niveles de peligro vía la minimización de una función objetivo que evalúa la cantidad de datos que se determinan en un nivel de peligro incorrecto dada la posición de cada recta. Esta simulación y búsqueda de curvas óptimas se ha aplicado para nueve ciudades localizadas en puntos cuyas características topográficas y batimétricas permiten sostener la hipótesis que establece que un tsunami no impacta de una misma manera costas distintas, inclusive cuando este posee similares características en su origen. Adicionalmente, al compararse los resultados de ambos *software* utilizados, se aprecian claramente las diferencias existentes entre las alturas máximas que *EasyWave* entrega por sobre las obtenidas a través de *COMCOT*. Sin embargo, se ha procedido de igual forma con los resultados de *EasyWave*, dado que en general las verificaciones realizadas no muestran cambios en la evaluación individual de niveles de peligro, mientras que los casos en los que esto sí se presenta, esto no alcanza más de un nivel de diferencia. En último lugar, se destaca que la hipótesis de variabilidad latitudinal de tsunamis se ha validado a través de la comparación de las curvas que describen las nueve ciudades, donde es posible apreciar que existen diferencias notorias tanto en las pendientes como en los coeficientes de posición entre cada una de ellas, incluso entre localidades cercanas, como Valparaíso y San Antonio. Estos resultados han demostrado que en general son consistentes con la vulnerabilidad histórica de estas ciudades frente al impacto de un tsunami.

Finalmente, si bien todos estos resultados apuntan a evaluaciones satisfactorias del nivel de peligro, se hace hincapié en señalar que se requiere someter el método a prueba antes de definir categóricamente su nivel de contribución al protocolo actual de evaluación de una emergencia de este tipo. Para esto se debe acudir a la institución correspondiente, en este caso ONEMI, y presentar la metodología propuesta en este trabajo. Operacionalmente, es necesario definir cuáles son los datos que se poseen de entrada y cuáles son aquellos que requieren ser definidos. En el ejemplo de aplicación se plantea una manera tentativa de evaluación, sin embargo esta se encuentra sujeta a cambios en función de lo que ONEMI considere como factible de realizar, considerando el acotado tiempo que se dispone para actuar luego de un sismo de mayor magnitud.

Anexo A

DETALLE DE DATOS SISMICOS RECOPIRADOS Y FILTRADOS (ONEMI-CSN)

A continuación se presentan en tablas los datos recolectados desde ONEMI. Estas contienen los reportes presentes en su base de datos, luego de aplicado el filtro correspondiente. La numeración en cada tabla corresponde al número del evento correlativo por año. Por este motivo existen números que no figuran en las tablas, ya que se muestra la información luego de haber sido filtrada. La distancia hipocentral (Δ) es la calculada a través del algoritmo descrito en la sección 2.2.2

Tabla A.1: Reportes de sismos entre octubre y diciembre de 2011.

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
1	08-10-2011	-33.861	-72.462	15.4	2.5	San Antonio	II	84.86
1	08-10-2011	-33.861	-72.462	15.4	2.5	Santo Domingo	II	82.311
3	09-10-2011	-21.74	-70.31	28.5	3.6	Tocopilla	III	47.607
4	10-10-2011	-24.446	-70.411	51.6	4.5	Taltal	II	119.113
5	12-10-2011	-32.663	-71.561	18.1	3.6	Viña del Mar	II	45.066
6	14-10-2011	-35.082	-72.612	18	4.7	Iloca	II	45.481
6	14-10-2011	-35.082	-72.612	18	4.7	Navidad	II	147.615
6	14-10-2011	-35.082	-72.612	18	4.7	Pichilemu	II	97.537
6	14-10-2011	-35.082	-72.612	18	4.7	San Javier	II	98.873
6	14-10-2011	-35.082	-72.612	18	4.7	Constitución	IV	37.673
7	15-10-2011	-30.008	-71.279	85	4.7	Coquimbo	IV	85.404
7	15-10-2011	-30.008	-71.279	85	4.7	La Serena	IV	85.892
8	16-10-2011	-32.525	-71.516	55.5	4.7	El Quisco	III	113.416
8	16-10-2011	-32.525	-71.516	55.5	4.7	Santo Domingo	III	136.083
8	16-10-2011	-32.525	-71.516	55.5	4.7	Concón	IV	70.601
8	16-10-2011	-32.525	-71.516	55.5	4.7	Quintero	IV	62.511
8	16-10-2011	-32.525	-71.516	55.5	4.7	Valparaíso	IV	82.707
8	16-10-2011	-32.525	-71.516	55.5	4.7	Viña del Mar	IV	79.251

Continúa en página siguiente

Tabla A.1 – Continuación

Nº	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
8	16-10-2011	-32.525	-71.516	55.5	4.7	Zapallar	V	55.697
9	17-10-2011	-37.489	-73.891	28.4	4.4	Hualpén	III	110.112
9	17-10-2011	-37.489	-73.891	28.4	4.4	San Pedro de la Paz	III	104.183
9	17-10-2011	-37.489	-73.891	28.4	4.4	Talcahuano	III	113.64
9	17-10-2011	-37.489	-73.891	28.4	4.4	Concepción	III	108.193
9	17-10-2011	-37.489	-73.891	28.4	4.4	Lebu	V	38.236
11	21-10-2011	-34.744	-72.029	7.1	3	Vichuquén	IV	17.23
12	23-10-2011	-36.965	-72.966	36.4	3	Concepción	II	39.96
12	23-10-2011	-36.965	-72.966	36.4	3	Cabrero	III	62.565
12	23-10-2011	-36.965	-72.966	36.4	3	Coronel	III	39.736
13	24-10-2011	-22.23	-70.344	14.3	3.5	Tocopilla	III	27.462
14	25-10-2011	-34.346	-72.201	28.4	3.9	Litueche	III	57.547
14	25-10-2011	-34.346	-72.201	28.4	3.9	Navidad	IV	63.796
14	25-10-2011	-34.346	-72.201	28.4	3.9	Pichilemu	IV	34.127
15	27-10-2011	-33.716	-71.533	55	3.4	El Quisco	II	67.1
15	27-10-2011	-33.716	-71.533	55	3.4	Navidad	II	66.168
15	27-10-2011	-33.716	-71.533	55	3.4	San Antonio	III	57.029
15	27-10-2011	-33.716	-71.533	55	3.4	Santo Domingo	III	56.434
16	28-10-2011	-26.291	-70.652	68.4	4.5	Caldera	III	111.401
16	28-10-2011	-26.291	-70.652	68.4	4.5	Copiapó	III	141.891
17	30-10-2011	-25.746	-70.965	47.1	6	Coquimbo	II	471.743
17	30-10-2011	-25.746	-70.965	47.1	6	La Serena	II	465.659
17	30-10-2011	-25.746	-70.965	47.1	6	Caldera	III	155.115
17	30-10-2011	-25.746	-70.965	47.1	6	Copiapó	IV	197.34
17	30-10-2011	-25.746	-70.965	47.1	6	Chañaral	V	88.437
21	31-10-2011	-35.596	-73.092	21.4	4.6	Talcahuano	II	126.631
19	31-10-2011	-37.14	-73.786	30.6	3.9	Coronel	II	66.986
19	31-10-2011	-37.14	-73.786	30.6	3.9	Lota	II	63.944
19	31-10-2011	-37.14	-73.786	30.6	3.9	Talcahuano	II	81.84
20	31-10-2011	-34.39	-72.069	12.7	3	Navidad	II	56.762
18	31-10-2011	-25.75	-70.824	69	5	Taltal	III	85.803
21	31-10-2011	-35.596	-73.092	21.4	4.6	Cobquecura	III	68.828
21	31-10-2011	-35.596	-73.092	21.4	4.6	Concepción	III	139.406
21	31-10-2011	-35.596	-73.092	21.4	4.6	Hualpén	III	133.86
21	31-10-2011	-35.596	-73.092	21.4	4.6	San Pedro de la Paz	III	139.373
21	31-10-2011	-35.596	-73.092	21.4	4.6	Tomé	III	116.357
19	31-10-2011	-37.14	-73.786	30.6	3.9	Lebu	III	62.455
19	31-10-2011	-37.14	-73.786	30.6	3.9	Tirúa	III	138.59
20	31-10-2011	-34.39	-72.069	12.7	3	Paredones	III	35.386
21	31-10-2011	-35.596	-73.092	21.4	4.6	Chanco	IV	56.978
21	31-10-2011	-35.596	-73.092	21.4	4.6	Constitución	IV	71.137
21	31-10-2011	-35.596	-73.092	21.4	4.6	Pelluhue	IV	53.62
20	31-10-2011	-34.39	-72.069	12.7	3	Pichilemu	IV	14.215
26	03-11-2011	-36.035	-73.486	25.9	4.2	Concepción	II	100.433
25	03-11-2011	-20.625	-70.514	36.2	4	Alto Hospicio	II	68.628
25	03-11-2011	-20.625	-70.514	36.2	4	Iquique	II	68.438
23	03-11-2011	-34.272	-72.297	21.9	4.4	Iloca	III	78.607
24	03-11-2011	-34.284	-72.284	21.1	4.3	Pichilemu	III	35.33
27	04-11-2011	-37.752	-73.874	26	4.1	Lebu	II	35.934
27	04-11-2011	-37.752	-73.874	26	4.1	Tomé	II	152.822
27	04-11-2011	-37.752	-73.874	26	4.1	Arauco	III	78.858
27	04-11-2011	-37.752	-73.874	26	4.1	Concepción	III	128.323
27	04-11-2011	-37.752	-73.874	26	4.1	Coronel	III	108.01
27	04-11-2011	-37.752	-73.874	26	4.1	Hualpén	III	131.232
27	04-11-2011	-37.752	-73.874	26	4.1	San Pedro de la Paz	III	125.044
27	04-11-2011	-37.752	-73.874	26	4.1	Talcahuano	III	135.837
27	04-11-2011	-37.752	-73.874	26	4.1	Tirúa	III	77.033
28	05-11-2011	-23.506	-70.236	43.2	5.7	Taltal	III	217.571
28	05-11-2011	-23.506	-70.236	43.2	5.7	Copiapó	III	432.047
28	05-11-2011	-23.506	-70.236	43.2	5.7	Tocopilla	IV	165.953
28	05-11-2011	-23.506	-70.236	43.2	5.7	Antofagasta	V	48.437
28	05-11-2011	-23.506	-70.236	43.2	5.7	Mejillones	V	66.239
29	07-11-2011	-36.942	-73.598	8.6	3.9	Concepción	III	51.007
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Chanco	II	176.511

Continúa en página siguiente

Tabla A.1 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Valparaíso	II	138.035
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Viña del Mar	II	145.172
31	08-11-2011	-24.954	-70.461	63.8	4.8	Antofagasta	II	160.416
31	08-11-2011	-24.954	-70.461	63.8	4.8	Copiapó	II	276.461
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Cartagena	III	93.953
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	El Quisco	III	102.691
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	El Tabo	III	99.444
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Iloca	III	88.074
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	San Antonio	III	88.841
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Santo Domingo	III	85.033
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Constitución	IV	131.542
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Navidad	IV	51.472
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Paredones	IV	64.086
31	08-11-2011	-24.954	-70.461	63.8	4.8	Taltal	IV	81.431
30	08-11-2011	-34.189	-72.2	26.3	5.2	Pichilemu	V	38.684
32	10-11-2011	-30.438	-71.364	54.5	3.3	Coquimbo	II	77.008
32	10-11-2011	-30.438	-71.364	54.5	3.3	La Higuera	II	118.156
32	10-11-2011	-30.438	-71.364	54.5	3.3	La Serena	II	81.715
32	10-11-2011	-30.438	-71.364	54.5	3.3	Ovalle	II	58.976
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Cabrero	III	134.674
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Cobquecura	III	218.475
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Concepción	III	140.299
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Coronel	III	120.533
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Hualpén	III	145.581
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Lebu	III	76.446
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Los Álamos	III	67.806
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Mehuín	III	159.39
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	San Pedro de la Paz	III	140.17
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Talcahuano	III	152.668
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Tomé	III	164.168
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Arauco	IV	97.74
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Carahue	IV	81.489
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Penco	IV	151.411
33	11-11-2011	-38.048	-73.118	36.8	5.1	Saavedra	V	93.025
35	15-11-2011	-32.533	-71.602	40.6	4.5	Zapallar	II	42.531
35	15-11-2011	-32.533	-71.602	40.6	4.5	Valparaíso	III	72.045
35	15-11-2011	-32.533	-71.602	40.6	4.5	Viña del Mar	III	69.196
36	17-11-2011	-37.605	-73.353	37.3	4.4	Tomé	II	121.522
38	17-11-2011	-35.089	-72.298	30.9	3.2	Pichilemu	II	88.739
37	17-11-2011	-22.336	-70.005	43.4	3	Tocopilla	II	56.429
36	17-11-2011	-37.605	-73.353	37.3	4.4	Concepción	III	97.459
36	17-11-2011	-37.605	-73.353	37.3	4.4	Hualpén	III	101.674
36	17-11-2011	-37.605	-73.353	37.3	4.4	Lebu	IV	45.596
40	19-11-2011	-34.46	-72.174	21.3	3.7	Pichilemu	III	27.972
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Concón	II	211.224
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Viña del Mar	II	198.494
41	22-11-2011	-34.764	-71.835	37.1	4.2	San Javier	II	100.484
43	22-11-2011	-32.615	-71.316	49.4	4	San Antonio	II	123.496
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Cobquecura	III	181.43
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	San Antonio	III	136.939
41	22-11-2011	-34.764	-71.835	37.1	4.2	Constitución	III	90.563
43	22-11-2011	-32.615	-71.316	49.4	4	Concón	III	62.646
43	22-11-2011	-32.615	-71.316	49.4	4	Puchuncaví	III	51.985
43	22-11-2011	-32.615	-71.316	49.4	4	Quintero	III	56.598
43	22-11-2011	-32.615	-71.316	49.4	4	Valparaíso	III	76.493
43	22-11-2011	-32.615	-71.316	49.4	4	Viña del Mar	III	70.835
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Chanco	IV	133.243
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Constitución	IV	94.046
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Iloca	IV	57.646
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Litueche	IV	83.16
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Navidad	IV	101.173
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Paredones	IV	44.004
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Pelluhue	IV	146.832
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	Pichilemu	IV	61.7

Continúa en página siguiente

Tabla A.1 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
42	22-11-2011	-34.762	-71.807	41.4	5.6	San Javier	IV	102.191
41	22-11-2011	-34.764	-71.835	37.1	4.2	Iloca	IV	52.972
43	22-11-2011	-32.615	-71.316	49.4	4	Zapallar	IV	52.195
44	27-11-2011	-36.681	-73.294	13.7	3	Hualpén	II	25.903
44	27-11-2011	-36.681	-73.294	13.7	3	San Pedro de la Paz	II	26.892
44	27-11-2011	-36.681	-73.294	13.7	3	Concepción	III	30.783
44	27-11-2011	-36.681	-73.294	13.7	3	Penco	III	31.489
44	27-11-2011	-36.681	-73.294	13.7	3	Talcahuano	IV	21.291
45	07-12-2011	-27.949	-71.359	31.9	5.9	Chañaral	III	197.564
45	07-12-2011	-27.949	-71.359	31.9	5.9	Coquimbo	III	225.037
45	07-12-2011	-27.949	-71.359	31.9	5.9	La Higuera	III	175.808
45	07-12-2011	-27.949	-71.359	31.9	5.9	La Serena	III	219.771
45	07-12-2011	-27.949	-71.359	31.9	5.9	Freirina	IV	74.834
45	07-12-2011	-27.949	-71.359	31.9	5.9	Caldera	V	116.281
45	07-12-2011	-27.949	-71.359	31.9	5.9	Copiapó	V	125.581
45	07-12-2011	-27.949	-71.359	31.9	5.9	Huasco	V	65.743
48	14-12-2011	-34.672	-72.758	9.6	4	Constitución	II	80.457
47	14-12-2011	-22.2	-70.205	37.9	2.9	Tocopilla	II	40.692
46	14-12-2011	-36.099	-73.649	28.9	3.6	Concepción	III	101.917
46	14-12-2011	-36.099	-73.649	28.9	3.6	Hualpén	III	95.927
46	14-12-2011	-36.099	-73.649	28.9	3.6	Talcahuano	III	88.542
46	14-12-2011	-36.099	-73.649	28.9	3.6	Tomé	III	89.928
49	15-12-2011	-37.207	-73.916	31.8	4	Arauco	II	62.072
49	15-12-2011	-37.207	-73.916	31.8	4	Lebu	II	60.395
49	15-12-2011	-37.207	-73.916	31.8	4	Concepción	III	93.107
50	21-12-2011	-42.029	-73.429	36.9	3.9	Chaitén	II	121.153
50	21-12-2011	-42.029	-73.429	36.9	3.9	Puerto Montt	II	83.501
50	21-12-2011	-42.029	-73.429	36.9	3.9	Quellón	II	125.588
50	21-12-2011	-42.029	-73.429	36.9	3.9	Ancud	III	52.968
50	21-12-2011	-42.029	-73.429	36.9	3.9	Castro	III	68.363
50	21-12-2011	-42.029	-73.429	36.9	3.9	Dalcahue	IV	57.243
52	22-12-2011	-34.329	-72.216	22.8	4	Navidad	II	60.898
52	22-12-2011	-34.329	-72.216	22.8	4	San Antonio	II	100.816
51	22-12-2011	-33.041	-71.613	45.1	2.8	Valparaíso	II	45.231
51	22-12-2011	-33.041	-71.613	45.1	2.8	Viña del Mar	II	45.722
52	22-12-2011	-34.329	-72.216	22.8	4	Litueche	III	55.256
52	22-12-2011	-34.329	-72.216	22.8	4	Pichilemu	III	30.822

Tabla A.2: Reportes de sismos de 2012.

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
1	01-01-2012	-26.913	-71.105	45.2	4.2	Chañaral	II	93.474
1	01-01-2012	-26.913	-71.105	45.2	4.2	Caldera	III	56.152
1	01-01-2012	-26.913	-71.105	45.2	4.2	Copiapó	III	103.396
2	01-01-2012	-32.469	-71.62	24.8	3.3	Valparaíso	II	71.049
2	01-01-2012	-32.469	-71.62	24.8	3.3	Viña del Mar	II	67.994
3	05-01-2012	-27.921	-71.143	45.8	4.4	Copiapó	II	111.962
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	Cartagena	III	112.648
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	El Quisco	III	97.254
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	El Tabo	III	102.248
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	San Antonio	III	118.248
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	Santo Domingo	III	122.413
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	Viña del Mar	IV	56.098
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	Zapallar	IV	17.195
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	Algarrobo	IV	93.214
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	Concón	V	43.895
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	Papudo	V	18.091
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	Quintero	V	30.476
4	09-01-2012	-32.55	-71.531	16	5.2	Valparaíso	V	60.492
5	12-01-2012	-32.805	-71.802	35.9	4	Valparaíso	II	48.875
5	12-01-2012	-32.805	-71.802	35.9	4	Viña del Mar	II	50.644
6	15-01-2012	-20.26	-70.324	54.1	4.9	Alto Hospicio	IV	58.742
6	15-01-2012	-20.26	-70.324	54.1	4.9	Iquique	IV	56.733
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	Constitución	II	401.759
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	Coquimbo	II	212.664
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	La Serena	II	220.09
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	Ovalle	III	152.449
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	Canela	IV	70.194
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	Concón	IV	138.529
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	San Antonio	IV	209.442
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	Valparaíso	IV	151.893
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	Viña del Mar	IV	150.198
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	Zapallar	IV	102.114
7	17-01-2012	-31.765	-71.906	37.5	6.1	Los Vilos	V	54.641
8	18-01-2012	-31.642	-71.681	65.1	4.3	Canela	II	73.785
9	19-01-2012	-31.657	-71.583	39	5	Canela	II	49.987
9	19-01-2012	-31.657	-71.583	39	5	Los Vilos	II	47.872
9	19-01-2012	-31.657	-71.583	39	5	Viña del Mar	II	158.132
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Iloca	III	193.938
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Navidad	III	307.283
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Pichilemu	III	255.983
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Carahue	IV	258.135
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Constitución	IV	147.352
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Pelluhue	IV	94.171
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Toltén	IV	315.008
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Arauco	VI	101.762
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Cobquecura	VI	65.558
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Concepción	VI	64.395
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Coronel	VI	79.21
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Penco	VI	59.003
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Talcahuano	VI	53.953
10	23-01-2012	-36.41	-73.258	39.8	6.2	Tomé	VI	53.613
11	23-01-2012	-36.422	-73.501	7.5	4.4	Pelluhue	II	102.206
11	23-01-2012	-36.422	-73.501	7.5	4.4	Cobquecura	III	71.792
11	23-01-2012	-36.422	-73.501	7.5	4.4	Concepción	III	61.424
11	23-01-2012	-36.422	-73.501	7.5	4.4	Hualpén	III	55.377
11	23-01-2012	-36.422	-73.501	7.5	4.4	San Pedro de la Paz	III	57.675
11	23-01-2012	-36.422	-73.501	7.5	4.4	Talcahuano	III	48.097
12	23-01-2012	-36.617	-73.27	24.9	3.8	Concepción	II	39.793
12	23-01-2012	-36.617	-73.27	24.9	3.8	Hualpén	II	35.214
12	23-01-2012	-36.617	-73.27	24.9	3.8	San Pedro de la Paz	II	37.209
12	23-01-2012	-36.617	-73.27	24.9	3.8	Talcahuano	II	30.505
12	23-01-2012	-36.617	-73.27	24.9	3.8	Cobquecura	III	73.365

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

Nº	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
13	23-01-2012	-36.562	-73.281	15	4.1	San Pedro de la Paz	II	36.734
13	23-01-2012	-36.562	-73.281	15	4.1	Concepción	III	39.499
13	23-01-2012	-36.562	-73.281	15	4.1	Hualpén	III	33.805
13	23-01-2012	-36.562	-73.281	15	4.1	Cobquecura	IV	66.703
14	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Cabrero	II	119.26
14	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Pelluhue	II	104.319
14	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Arauco	III	92.328
14	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Cobquecura	III	73.721
14	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Coronel	IV	73.161
14	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Hualpén	IV	54.886
14	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Penco	IV	58.121
14	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Talcahuano	IV	47.824
14	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Concepción	V	60.814
15	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Cabrero	II	119.26
15	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Pelluhue	II	104.319
15	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Arauco	III	92.328
15	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Cobquecura	III	73.721
15	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Coronel	IV	73.161
15	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Hualpén	IV	54.886
15	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Penco	IV	58.121
15	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Talcahuano	IV	47.824
15	23-01-2012	-36.441	-73.507	11.3	4.6	Concepción	V	60.814
16	23-01-2012	-34.505	-71.999	42.1	4.4	Constitución	II	108.277
16	23-01-2012	-34.505	-71.999	42.1	4.4	Pelluhue	II	164.18
16	23-01-2012	-34.505	-71.999	42.1	4.4	San Antonio	III	114.73
16	23-01-2012	-34.505	-71.999	42.1	4.4	Santo Domingo	III	110.726
16	23-01-2012	-34.505	-71.999	42.1	4.4	Litueche	IV	65.086
16	23-01-2012	-34.505	-71.999	42.1	4.4	Pichilemu	IV	44.236
17	31-01-2012	-33.849	-72.007	20	3.7	Navidad	II	27.312
17	31-01-2012	-33.849	-72.007	20	3.7	San Antonio	II	49.721
18	01-02-2012	-36.738	-73.014	20.4	3.4	Concepción	II	23.201
18	01-02-2012	-36.738	-73.014	20.4	3.4	Hualpén	II	21.889
18	01-02-2012	-36.738	-73.014	20.4	3.4	San Pedro de la Paz	II	24.745
18	01-02-2012	-36.738	-73.014	20.4	3.4	Penco	III	20.594
18	01-02-2012	-36.738	-73.014	20.4	3.4	Talcahuano	III	22.496
18	01-02-2012	-36.738	-73.014	20.4	3.4	Tomé	III	25.105
19	02-02-2012	-19.281	-70.11	55.3	4.3	Alto Hospicio	II	123.005
19	02-02-2012	-19.281	-70.11	55.3	4.3	Iquique	II	118.112
20	06-02-2012	-19.891	-70.061	49.8	3.2	Alto Hospicio	II	65.288
20	06-02-2012	-19.891	-70.061	49.8	3.2	Iquique	II	62.609
21	09-02-2012	-34.498	-72.036	20.5	3.7	Pichilemu	II	24.394
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Chanco	III	227.308
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Pelluhue	III	213.136
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Penco	III	115.252
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Cobquecura	IV	177.645
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Concepción	IV	103.427
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Coronel	IV	85.136
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Lota	IV	78.828
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Saavedra	IV	156.016
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Arauco	V	59.002
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Lebu	V	34.502
22	10-02-2012	-37.448	-73.897	19	5.8	Tirúa	V	106.222
23	11-02-2012	-36.828	-72.977	43.8	4	Cobquecura	IV	90.624
23	11-02-2012	-36.828	-72.977	43.8	4	Concepción	IV	44.284
23	11-02-2012	-36.828	-72.977	43.8	4	Penco	IV	45.062
23	11-02-2012	-36.828	-72.977	43.8	4	Talcahuano	IV	47.191
23	11-02-2012	-36.828	-72.977	43.8	4	Tomé	IV	49.759
25	14-02-2012	-32.528	-71.378	19.4	3.3	Valparaíso	II	67.423
25	14-02-2012	-32.528	-71.378	19.4	3.3	Viña del Mar	II	61.213
25	14-02-2012	-32.528	-71.378	19.4	3.3	Zapallar	III	21.129
26	16-02-2012	-22.469	-70.258	41.5	3.2	Tocopilla	II	61.323
27	17-02-2012	-37.203	-74.447	13.7	4.8	Arauco	III	101.228
27	17-02-2012	-37.203	-74.447	13.7	4.8	Concepción	III	131.536
27	17-02-2012	-37.203	-74.447	13.7	4.8	Coronel	III	119.262

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
27	17-02-2012	-37.203	-74.447	13.7	4.8	Penco	III	140.993
27	17-02-2012	-37.203	-74.447	13.7	4.8	Talcahuano	III	130.805
27	17-02-2012	-37.203	-74.447	13.7	4.8	Lebu	IV	85.311
27	17-02-2012	-37.203	-74.447	13.7	4.8	Tirúa	IV	151.509
28	24-02-2012	-35.205	-72.493	20	3.6	Constitución	III	25.51
29	26-02-2012	-32.811	-71.756	84.7	3.7	Valparaíso	II	90.101
29	26-02-2012	-32.811	-71.756	84.7	3.7	Viña del Mar	II	90.659
30	03-03-2012	-30.189	-71.448	34.6	5.6	Los Vilos	II	193.697
30	03-03-2012	-30.189	-71.448	34.6	5.6	Copiapó	III	334.748
30	03-03-2012	-30.189	-71.448	34.6	5.6	La Higuera	IV	85.938
30	03-03-2012	-30.189	-71.448	34.6	5.6	Coquimbo	V	45.03
30	03-03-2012	-30.189	-71.448	34.6	5.6	La Serena	V	50.953
30	03-03-2012	-30.189	-71.448	34.6	5.6	Ovalle	V	60.729
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Toltén	II	387.881
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Coelemu	III	87.66
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Coronel	III	143.226
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Lota	III	152.035
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Saavedra	III	340.927
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	San Javier	III	114.18
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Trehuaco	III	83.427
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Chanco	IV	43.176
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Cobquecura	IV	48.58
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Concepción	IV	122.379
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Constitución	IV	70.036
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Hualpén	IV	117.004
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Pelluhue	IV	36.043
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Penco	IV	111.202
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	San Pedro de la Paz	IV	122.768
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Talcahuano	IV	109.972
31	03-03-2012	-35.739	-72.995	11	4.9	Tomé	IV	98.439
32	03-03-2012	-35.731	-72.966	10	4.7	Chanco	II	40.386
32	03-03-2012	-35.731	-72.966	10	4.7	Pelluhue	II	33.664
32	03-03-2012	-35.731	-72.966	10	4.7	Constitución	IV	67.353
33	03-03-2012	-35.735	-72.935	7.6	5	Chanco	III	37.113
33	03-03-2012	-35.735	-72.935	7.6	5	Concepción	III	122.899
33	03-03-2012	-35.735	-72.935	7.6	5	Pelluhue	III	30.341
33	03-03-2012	-35.735	-72.935	7.6	5	Penco	III	111.44
33	03-03-2012	-35.735	-72.935	7.6	5	San Pedro de la Paz	III	123.549
33	03-03-2012	-35.735	-72.935	7.6	5	Trehuaco	III	81.71
33	03-03-2012	-35.735	-72.935	7.6	5	Cobquecura	IV	46.553
33	03-03-2012	-35.735	-72.935	7.6	5	Constitución	V	65.286
34	04-03-2012	-21.602	-70.061	47.1	5.3	Tocopilla	III	71.444
34	04-03-2012	-21.602	-70.061	47.1	5.3	Alto Hospicio	IV	155.858
34	04-03-2012	-21.602	-70.061	47.1	5.3	Iquique	IV	161.588
35	08-03-2012	-34.73	-72.781	38.8	4.3	Constitución	II	84.334
36	11-03-2012	-26.618	-70.954	65	4.5	Caldera	III	83.117
36	11-03-2012	-26.618	-70.954	65	4.5	Chañaral	III	80.472
36	11-03-2012	-26.618	-70.954	65	4.5	Copiapó	III	123.164
37	22-03-2012	-35.983	-73.326	11.9	3.7	Cobquecura	II	52.178
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Ovalle	II	503.735
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Coquimbo	III	570.813
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	La Serena	III	577.502
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Teodoro Schmidt	III	409.146
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Valdivia	III	502.539
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Zapallar	III	287.835
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Carahue	IV	382.441
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Saavedra	IV	396.96
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Concepción	V	182.772
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Toltén	V	439.365
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Valparaíso	V	227.148
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Hualpén	VI	178.577
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Navidad	VI	131.913
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Paredones	VI	64.132
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Penco	VI	170.577

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

Nº	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Pichilemu	VI	82.984
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	San Javier	VI	61.311
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Talcahuano	VI	172.922
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Cobquecura	VII	104.165
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Constitución	VIII	36.715
38	25-03-2012	-35.2	-72.217	40.7	6.8	Pelluhue	VIII	71.536
39	26-03-2012	-35.157	-72.41	25.8	3.3	Constitución	II	32.402
40	26-03-2012	-36.63	-73.158	19.4	3.2	Concepción	III	31.303
40	26-03-2012	-36.63	-73.158	19.4	3.2	Talcahuano	III	21.99
41	26-03-2012	-37.002	-73.275	22.5	4.4	San Javier	II	208.757
41	26-03-2012	-37.002	-73.275	22.5	4.4	San Pedro de la Paz	III	32.526
41	26-03-2012	-37.002	-73.275	22.5	4.4	Concepción	IV	35.513
41	26-03-2012	-37.002	-73.275	22.5	4.4	Talcahuano	IV	41.362
42	26-03-2012	-23.595	-70.231	10.5	2.7	Antofagasta	II	20.622
43	27-03-2012	-35.048	-72.45	16.6	3.7	Constitución	II	35.932
44	28-03-2012	-35.541	-72.998	16.4	4.1	Constitución	II	59.849
44	28-03-2012	-35.541	-72.998	16.4	4.1	Pelluhue	II	49.139
45	28-03-2012	-35.541	-72.998	16.4	4.1	Constitución	II	59.849
45	28-03-2012	-35.541	-72.998	16.4	4.1	Pelluhue	II	49.139
46	28-03-2012	-35.114	-72.432	22.5	3.8	Constitución	II	33.203
46	28-03-2012	-35.114	-72.432	22.5	3.8	Licantén	II	47.633
47	28-03-2012	-35.095	-72.396	25.2	3.5	Iloca	III	35.835
47	28-03-2012	-35.095	-72.396	25.2	3.5	Constitución	IV	36.615
48	28-03-2012	-25.396	-70.817	66.1	4.1	Taltal	III	74.019
49	28-03-2012	-35.13	-72.456	17.1	4.1	Constitución	IV	28.56
50	30-03-2012	-30.091	-71.536	16.3	4	Coquimbo	II	29.915
50	30-03-2012	-30.091	-71.536	16.3	4	La Higuera	II	72.59
50	30-03-2012	-30.091	-71.536	16.3	4	La Serena	II	38.445
50	30-03-2012	-30.091	-71.536	16.3	4	Ovalle	III	65.631
51	30-03-2012	-35.196	-72.187	38.3	4.3	Constitución	II	46.222
51	30-03-2012	-35.196	-72.187	38.3	4.3	Duao	III	50.529
51	30-03-2012	-35.196	-72.187	38.3	4.3	Iloca	III	47.475
52	30-03-2012	-18.415	-71.369	34.8	4.7	Arica	III	116.908
53	06-04-2012	-35.63	-72.934	11.7	4.1	Chanco	IV	39.788
53	06-04-2012	-35.63	-72.934	11.7	4.1	Constitución	IV	58.534
53	06-04-2012	-35.63	-72.934	11.7	4.1	Pelluhue	IV	37.248
54	07-04-2012	-19.166	-70.257	18	4.4	Cuya	II	19.792
55	09-04-2012	-36.877	-73.651	18.4	4.2	Arauco	III	54.248
55	09-04-2012	-36.877	-73.651	18.4	4.2	Concepción	III	56.818
55	09-04-2012	-36.877	-73.651	18.4	4.2	Coronel	III	52.011
55	09-04-2012	-36.877	-73.651	18.4	4.2	Hualpén	III	54.858
55	09-04-2012	-36.877	-73.651	18.4	4.2	Penco	III	64.346
55	09-04-2012	-36.877	-73.651	18.4	4.2	San Pedro de la Paz	III	51.234
55	09-04-2012	-36.877	-73.651	18.4	4.2	Talcahuano	III	54.052
55	09-04-2012	-36.877	-73.651	18.4	4.2	Tomé	III	71.316
56	15-04-2012	-32.496	-71.633	22	4.1	Valparaíso	II	67.263
57	16-04-2012	-36.21	-73.75	10.1	4.2	San Pedro de la Paz	III	90.102
57	16-04-2012	-36.21	-73.75	10.1	4.2	Talcahuano	IV	80.616
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Copiapó	II	603.019
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	La Higuera	II	355.09
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Ovalle	II	237.839
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Saavedra	II	669.932
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Chanco	III	318.776
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Constitución	III	273.292
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Coquimbo	III	305.012
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Iloca	III	227.876
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	La Serena	III	311.383
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Pelluhue	III	331.371
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Penco	III	437.019
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	San Pedro de la Paz	III	451.856
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Concepción	IV	449.752
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	San Javier	IV	299.638
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Talcahuano	IV	439.481
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Canela	V	146.483

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Cobquecura	V	366.758
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Los Vilos	V	93.835
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Paredones	V	194.722
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	San Antonio	V	84.601
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Santo Domingo	V	88.056
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Navidad	VI	116.692
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Pichilemu	VI	165.168
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Valparaíso	VII	41.973
58	17-04-2012	-32.787	-71.812	35	6.7	Zapallar	VII	46.767
59	17-04-2012	-32.562	-71.409	35.1	3.7	Quintero	II	44.41
59	17-04-2012	-32.562	-71.409	35.1	3.7	Zapallar	II	35.666
59	17-04-2012	-32.562	-71.409	35.1	3.7	Concón	III	53.814
59	17-04-2012	-32.562	-71.409	35.1	3.7	Valparaíso	III	69.509
60	18-04-2012	-32.489	-71.454	40.4	3	Valparaíso	II	77.8
60	18-04-2012	-32.489	-71.454	40.4	3	Viña del Mar	II	73.172
61	20-04-2012	-29.497	-71.843	47.1	3.1	Coquimbo	II	84.807
61	20-04-2012	-29.497	-71.843	47.1	3.1	La Serena	II	86.712
63	26-04-2012	-26.496	-70.599	15.4	3.2	Copiapó	II	102.086
64	30-04-2012	-29.8	-71.641	43.1	6	Canela	II	184.163
64	30-04-2012	-29.8	-71.641	43.1	6	Copiapó	IV	303.245
64	30-04-2012	-29.8	-71.641	43.1	6	Coquimbo	V	54.957
64	30-04-2012	-29.8	-71.641	43.1	6	La Higuera	V	65.437
64	30-04-2012	-29.8	-71.641	43.1	6	La Serena	V	58.367
64	30-04-2012	-29.8	-71.641	43.1	6	Ovalle	V	106.092
65	30-04-2012	-27.485	-71.112	59.3	3.5	Copiapó	II	99.295
66	30-04-2012	-23.089	-70.489	43	4.5	Mejillones	III	43.202
67	01-05-2012	-29.839	-71.46	61.7	3.6	Coquimbo	II	64.108
67	01-05-2012	-29.839	-71.46	61.7	3.6	La Serena	II	65.299
68	01-05-2012	-30.837	-71.683	33.1	4.2	Canela	II	74.274
68	01-05-2012	-30.837	-71.683	33.1	4.2	Coquimbo	II	109.429
68	01-05-2012	-30.837	-71.683	33.1	4.2	La Serena	II	117.068
68	01-05-2012	-30.837	-71.683	33.1	4.2	Ovalle	II	63.498
69	03-05-2012	-28.128	-71.182	41	4.4	Copiapó	II	126.962
69	03-05-2012	-28.128	-71.182	41	4.4	Huasco	II	54.568
70	11-05-2012	-32.916	-72.092	29.4	4.2	Viña del Mar	II	61.312
70	11-05-2012	-32.916	-72.092	29.4	4.2	Valparaíso	III	54.622
71	11-05-2012	-41.389	-74.157	15.9	4.1	Puerto Montt	II	103.755
72	13-05-2012	-32.796	-71.767	12.7	4.8	Concón	IV	29.82
72	13-05-2012	-32.796	-71.767	12.7	4.8	Valparaíso	IV	35.045
72	13-05-2012	-32.796	-71.767	12.7	4.8	Viña del Mar	IV	36.545
73	14-05-2012	-20.578	-70.599	38.6	3.9	Alto Hospicio	II	73.053
73	14-05-2012	-20.578	-70.599	38.6	3.9	Iquique	II	71.67
74	17-05-2012	-32.728	-71.677	45	3.7	Valparaíso	II	58.873
74	17-05-2012	-32.728	-71.677	45	3.7	Zapallar	III	53.701
75	17-05-2012	-32.68	-71.809	25	4.3	Valparaíso	III	52.457
75	17-05-2012	-32.68	-71.809	25	4.3	Viña del Mar	III	53.247
76	17-05-2012	-44.806	-80.592	10	6.3	Castro	II	605.807
76	17-05-2012	-44.806	-80.592	10	6.3	Quellón	III	591.498
77	17-05-2012	-25.304	-70.639	10	3.7	Taltal	IV	21.701
78	19-05-2012	-32.511	-71.439	31.5	3.2	Zapallar	III	31.704
79	19-05-2012	-25.741	-70.858	83.6	6.1	Coquimbo	II	478.233
79	19-05-2012	-25.741	-70.858	83.6	6.1	La Serena	II	472.044
79	19-05-2012	-25.741	-70.858	83.6	6.1	Chañaral	IV	109.535
79	19-05-2012	-25.741	-70.858	83.6	6.1	Taltal	IV	98.785
79	19-05-2012	-25.741	-70.858	83.6	6.1	Copiapó	V	206.528
79	19-05-2012	-25.741	-70.858	83.6	6.1	Caldera	VI	169.689
80	21-05-2012	-30.986	-71.727	55	4	Coquimbo	II	133.245
80	21-05-2012	-30.986	-71.727	55	4	La Serena	II	140.484
81	22-05-2012	-34.345	-72.082	24.7	3.5	Duao	II	67.127
81	22-05-2012	-34.345	-72.082	24.7	3.5	Hoca	II	71.743
81	22-05-2012	-34.345	-72.082	24.7	3.5	Pichilemu	III	26.168
82	22-05-2012	-33.894	-71.794	46.3	3.3	San Antonio	II	59.019
82	22-05-2012	-33.894	-71.794	46.3	3.3	Santo Domingo	II	56.477
83	22-05-2012	-20.685	-70.053	12.7	3.6	Alto Hospicio	II	48.431

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
83	22-05-2012	-20.685	-70.053	12.7	3.6	Iquique	II	54.926
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Concepción	III	102.219
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Hualpén	III	106.062
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Lota	III	72.284
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Penco	III	114.756
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	San Pedro de la Paz	III	99.805
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Talcahuano	III	111.76
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Tirúa	III	76.723
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Tomé	III	127.628
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Arauco	IV	50.911
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Coronel	IV	80.791
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Los Álamos	IV	14.932
84	25-05-2012	-37.654	-73.547	12.5	4.2	Lebu	V	15.989
85	02-06-2012	-22.095	-70.168	63.4	3	Tocopilla	II	63.562
86	02-06-2012	-36.179	-73.731	56.1	4.4	Concepción	III	110.274
86	02-06-2012	-36.179	-73.731	56.1	4.4	Talcahuano	III	98.777
87	03-06-2012	-22.484	-70.514	31	3.6	Tocopilla	II	64.514
88	04-06-2012	-37.218	-73.656	5	4.1	Arauco	IV	30.666
88	04-06-2012	-37.218	-73.656	5	4.1	Concepción	IV	69.01
89	17-06-2012	-34.428	-72.007	15	3.4	Pichilemu	III	15.827
90	20-06-2012	-22.409	-70.137	49.3	3.3	Tocopilla	II	62.626
91	21-06-2012	-37.702	-73.87	29.1	4.1	Concepción	II	124.425
91	21-06-2012	-37.702	-73.87	29.1	4.1	Hualpén	II	127.187
91	21-06-2012	-37.702	-73.87	29.1	4.1	Talcahuano	II	131.63
91	21-06-2012	-37.702	-73.87	29.1	4.1	Lebu	III	36.225
91	21-06-2012	-37.702	-73.87	29.1	4.1	Tirúa	III	82.666
92	21-06-2012	-27.214	-71.201	66.4	4.4	Caldera	IV	78.255
92	21-06-2012	-27.214	-71.201	66.4	4.4	Copiapó	IV	111.117
93	23-06-2012	-34.563	-71.92	47.5	4	Duao	II	65
93	23-06-2012	-34.563	-71.92	47.5	4	Iloca	II	68.169
93	23-06-2012	-34.563	-71.92	47.5	4	Pichilemu	III	52.074
94	27-06-2012	-32.676	-71.722	20.4	3.9	Concón	II	38.78
94	27-06-2012	-32.676	-71.722	20.4	3.9	Quintero	II	29.518
94	27-06-2012	-32.676	-71.722	20.4	3.9	Papudo	III	37.151
94	27-06-2012	-32.676	-71.722	20.4	3.9	Viña del Mar	III	48.04
94	27-06-2012	-32.676	-71.722	20.4	3.9	Zapallar	III	35.233
95	28-06-2012	-36.085	-73.27	30.2	4.7	Concepción	III	90.738
95	28-06-2012	-36.085	-73.27	30.2	4.7	San Pedro de la Paz	III	89.627
95	28-06-2012	-36.085	-73.27	30.2	4.7	Talcahuano	III	77.779
96	01-07-2012	-20.59	-71.249	32.4	5.2	Alto Hospicio	III	128.75
96	01-07-2012	-20.59	-71.249	32.4	5.2	Iquique	III	124.572
97	04-07-2012	-38.04	-73.288	32.7	5.2	Arauco	III	93.86
97	04-07-2012	-38.04	-73.288	32.7	5.2	Concepción	III	139.875
97	04-07-2012	-38.04	-73.288	32.7	5.2	San Pedro de la Paz	III	139.108
97	04-07-2012	-38.04	-73.288	32.7	5.2	Talcahuano	III	151.619
97	04-07-2012	-38.04	-73.288	32.7	5.2	Tirúa	III	49.772
97	04-07-2012	-38.04	-73.288	32.7	5.2	Carahue	IV	81.11
97	04-07-2012	-38.04	-73.288	32.7	5.2	Lebu	IV	65.572
97	04-07-2012	-38.04	-73.288	32.7	5.2	Saavedra	IV	89.475
98	04-07-2012	-37.531	-74.077	20.8	4.8	Penco	II	133.23
98	04-07-2012	-37.531	-74.077	20.8	4.8	San Pedro de la Paz	III	117.128
98	04-07-2012	-37.531	-74.077	20.8	4.8	Arauco	IV	77.002
98	04-07-2012	-37.531	-74.077	20.8	4.8	Concepción	IV	121.516
98	04-07-2012	-37.531	-74.077	20.8	4.8	Coronel	IV	103.436
98	04-07-2012	-37.531	-74.077	20.8	4.8	Hualpén	IV	123.056
98	04-07-2012	-37.531	-74.077	20.8	4.8	Lebu	IV	44.086
98	04-07-2012	-37.531	-74.077	20.8	4.8	Lota	IV	97.146
98	04-07-2012	-37.531	-74.077	20.8	4.8	Talcahuano	IV	126.109
100	18-07-2012	-20.796	-70.556	28.1	5.2	Alto Hospicio	IV	80.342
100	18-07-2012	-20.796	-70.556	28.1	5.2	Iquique	IV	81.172
101	24-07-2012	-21.793	-70.136	45.9	3.4	Tocopilla	II	55.505
102	29-07-2012	-22.183	-70.313	35.1	2.5	Tocopilla	II	39.173
104	31-07-2012	-19.645	-70.654	38	3.9	Alto Hospicio	II	97.742
104	31-07-2012	-19.645	-70.654	38	3.9	Iquique	II	89.977

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
104	31-07-2012	-19.645	-70.654	38	3.9	Pisagua	II	59.739
105	07-08-2012	-21.303	-69.882	53.6	4.4	Tocopilla	II	105.774
106	13-08-2012	-21.963	-70.429	30	3.8	Tocopilla	III	39.907
107	23-08-2012	-22.188	-70.249	32	2.7	Tocopilla	III	35.085
108	26-08-2012	-27.686	-70.874	64.2	3.9	Copiapó	II	91.685
110	29-08-2012	-29.45	-71.206	59.8	4	Coquimbo	III	82.613
110	29-08-2012	-29.45	-71.206	59.8	4	La Serena	III	78.125
110	29-08-2012	-29.45	-71.206	59.8	4	La Higuera	IV	60.349
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	Lebu	III	60.754
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	Arauco	IV	62.629
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	Cobquecura	IV	161.309
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	Concepción	IV	94.167
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	Los Álamos	IV	67.415
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	Coronel	V	79.997
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	Penco	V	104.438
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	San Pedro de la Paz	V	89.717
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	Talcahuano	V	96.975
111	30-08-2012	-37.244	-73.857	40.4	5.2	Tomé	V	114.095
112	01-09-2012	-26.23	-70.52	110.7	3.9	Copiapó	II	169.356
112	01-09-2012	-26.23	-70.52	110.7	3.9	Chañaral	III	111.578
113	01-09-2012	-27.44	-71.159	63.6	5	Caldera	IV	83.154
113	01-09-2012	-27.44	-71.159	63.6	5	Chañaral	IV	149.369
113	01-09-2012	-27.44	-71.159	63.6	5	Copiapó	IV	105.05
114	03-09-2012	-22.934	-70.193	45.7	4.2	Tocopilla	II	106.789
115	14-09-2012	-35.408	-73.406	31	4.5	Constitución	II	95.342
116	14-09-2012	-34.622	-72.923	26.4	4.2	Constitución	II	95.349
117	15-09-2012	-18.647	-70.524	39.9	3.8	Arica	III	49.495
118	18-09-2012	-20.028	-70.352	42.1	3.6	Pisagua	II	65.133
119	20-09-2012	-34.436	-71.951	59.9	4.6	El Quisco	II	132.007
119	20-09-2012	-34.436	-71.951	59.9	4.6	Navidad	II	82.713
119	20-09-2012	-34.436	-71.951	59.9	4.6	San Antonio	II	114.884
120	24-09-2012	-35.357	-72.95	20	4	Constitución	II	52.435
121	24-09-2012	-35.332	-72.879	10.3	3	Constitución	II	43.203
122	05-10-2012	-35.715	-72.842	27.1	3.7	Constitución	III	63.445
124	07-10-2012	-32.311	-71.769	10.6	4.1	Valparaíso	II	85.774
124	07-10-2012	-32.311	-71.769	10.6	4.1	Viña del Mar	II	84.031
125	08-10-2012	-29.411	-71.706	44.5	4.1	La Higuera	III	62.363
126	10-10-2012	-32.597	-71.49	29.4	3.5	Valparaíso	III	61.487
126	10-10-2012	-32.597	-71.49	29.4	3.5	Viña del Mar	III	56.888
126	10-10-2012	-32.597	-71.49	29.4	3.5	Zapallar	III	30.328
127	10-10-2012	-26.233	-70.538	72.6	4.3	Copiapó	II	147.27
128	10-10-2012	-34.024	-72.388	33.6	4.1	Litueche	II	69.886
128	10-10-2012	-34.024	-72.388	33.6	4.1	Navidad	III	62.1
130	13-10-2012	-34.396	-72.109	20.4	3.8	Duao	II	60.042
130	13-10-2012	-34.396	-72.109	20.4	3.8	Iloca	II	64.709
130	13-10-2012	-34.396	-72.109	20.4	3.8	Paredones	III	39.946
130	13-10-2012	-34.396	-72.109	20.4	3.8	Pichilemu	III	22.771
131	14-10-2012	-34.606	-72.209	15	4.6	Constitución	III	84.466
131	14-10-2012	-34.606	-72.209	15	4.6	Paredones	IV	32.44
131	14-10-2012	-34.606	-72.209	15	4.6	Pichilemu	IV	34.77
132	14-10-2012	-22.202	-70.35	29.2	3	Tocopilla	II	36.3
133	18-10-2012	-34.689	-71.906	43	4.6	Constitución	II	95.703
133	18-10-2012	-34.689	-71.906	43	4.6	Navidad	II	94.745
133	18-10-2012	-34.689	-71.906	43	4.6	Paredones	II	43.2
133	18-10-2012	-34.689	-71.906	43	4.6	Pichilemu	II	55.531
133	18-10-2012	-34.689	-71.906	43	4.6	Iloca	III	57.529
133	18-10-2012	-34.689	-71.906	43	4.6	San Javier	III	111.063
134	19-10-2012	-22.975	-70.234	46	4.2	Tocopilla	II	111.108
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	Carahue	II	126.223
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	Arauco	III	60.561
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	Concepción	III	111.298
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	Coronel	III	90.455
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	Hualpén	III	114.489
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	Lebu	III	17.449

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	Los Álamos	III	27.994
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	Lota	III	82.427
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	San Pedro de la Paz	III	108.213
135	21-10-2012	-37.664	-73.727	15.2	4.5	Talcahuano	III	119.459
136	23-10-2012	-25.767	-70.959	51.2	5.1	Caldera	II	154.157
136	23-10-2012	-25.767	-70.959	51.2	5.1	Copiapó	III	196.037
136	23-10-2012	-25.767	-70.959	51.2	5.1	Taltal	III	80.46
136	23-10-2012	-25.767	-70.959	51.2	5.1	Chañaral	IV	88.771
137	24-10-2012	-32.581	-71.683	34.8	3.9	Viña del Mar	II	62.767
138	27-10-2012	-33.642	-72.006	47.4	3.9	Navidad	II	59.601
138	27-10-2012	-33.642	-72.006	47.4	3.9	Pichilemu	II	95.138
139	27-10-2012	-33.404	-71.608	34.2	4	Valparaíso	III	50.817
139	27-10-2012	-33.404	-71.608	34.2	4	Algarrobo	IV	34.881
139	27-10-2012	-33.404	-71.608	34.2	4	Cartagena	IV	37.873
139	27-10-2012	-33.404	-71.608	34.2	4	El Quisco	IV	35.255
139	27-10-2012	-33.404	-71.608	34.2	4	El Tabo	IV	35.013
139	27-10-2012	-33.404	-71.608	34.2	4	San Antonio	IV	40.576
139	27-10-2012	-33.404	-71.608	34.2	4	Santo Domingo	IV	42.976
140	29-10-2012	-32.35	-71.604	23.2	3.7	Zapallar	III	33.45
141	31-10-2012	-33.543	-72.057	41.4	3.7	San Antonio	II	58.478
142	02-11-2012	-21.277	-70.365	60.6	4.4	Tocopilla	III	108.155
143	05-11-2012	-27.458	-71.323	63.8	4.2	Copiapó	III	118.558
144	07-11-2012	-38.106	-74.123	17.7	4.1	Saavedra	II	99.831
144	07-11-2012	-38.106	-74.123	17.7	4.1	Carahue	III	107.892
144	07-11-2012	-38.106	-74.123	17.7	4.1	Tirúa	III	62.614
145	07-11-2012	-22.189	-70.197	38.6	2.7	Tocopilla	II	40.921
146	07-11-2012	-37.528	-73.46	37.2	4.8	Concepción	III	93.23
146	07-11-2012	-37.528	-73.46	37.2	4.8	San Pedro de la Paz	III	91.077
146	07-11-2012	-37.528	-73.46	37.2	4.8	Talcahuano	III	102.28
146	07-11-2012	-37.528	-73.46	37.2	4.8	Coronel	IV	73.883
146	07-11-2012	-37.528	-73.46	37.2	4.8	Lota	IV	66.571
146	07-11-2012	-37.528	-73.46	37.2	4.8	Arauco	V	50.015
146	07-11-2012	-37.528	-73.46	37.2	4.8	Lebu	V	41.988
146	07-11-2012	-37.528	-73.46	37.2	4.8	Tirúa	V	97.09
147	11-11-2012	-33.956	-72.305	35.2	4.6	El Quisco	II	90.614
147	11-11-2012	-33.956	-72.305	35.2	4.6	Pichilemu	II	65.48
147	11-11-2012	-33.956	-72.305	35.2	4.6	San Antonio	II	82.838
147	11-11-2012	-33.956	-72.305	35.2	4.6	Litueche	III	65.913
147	11-11-2012	-33.956	-72.305	35.2	4.6	Navidad	III	56.085
148	11-11-2012	-33.972	-72.259	37.1	4.7	Litueche	II	63.174
148	11-11-2012	-33.972	-72.259	37.1	4.7	Algarrobo	III	94.447
148	11-11-2012	-33.972	-72.259	37.1	4.7	El Quisco	III	90.066
148	11-11-2012	-33.972	-72.259	37.1	4.7	Navidad	III	54.246
148	11-11-2012	-33.972	-72.259	37.1	4.7	Paredones	III	90.532
148	11-11-2012	-33.972	-72.259	37.1	4.7	Pichilemu	III	63.55
148	11-11-2012	-33.972	-72.259	37.1	4.7	San Antonio	III	81.359
149	11-11-2012	-33.977	-72.775	52	4.2	El Quisco	II	129.398
149	11-11-2012	-33.977	-72.775	52	4.2	San Antonio	II	126.265
150	12-11-2012	-22.125	-70.542	32.7	2.9	Tocopilla	III	48.532
151	13-11-2012	-30.504	-71.559	64.9	4	Coquimbo	II	92.129
151	13-11-2012	-30.504	-71.559	64.9	4	Ovalle	II	73.986
152	14-11-2012	-22.549	-70.363	35.4	3.9	Tocopilla	II	66.437
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Canela	II	255.298
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	San Antonio	II	493.944
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Chañaral	III	339.393
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Papudo	III	374.851
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Taltal	III	440.386
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Valparaíso	III	435.875
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Zapallar	III	376.678
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Caldera	IV	258.474
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Copiapó	V	241.249
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Coquimbo	V	114.73
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Freirina	V	117.356
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Huasco	V	120.215

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	La Serena	V	110.556
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	Ovalle	V	170.984
153	14-11-2012	-29.237	-71.235	82.3	6.2	La Higuera	VI	87.408
154	15-11-2012	-32.591	-71.611	31.1	4.5	Valparaíso	III	61.475
154	15-11-2012	-32.591	-71.611	31.1	4.5	Zapallar	III	34.517
156	17-11-2012	-37.594	-73.825	21.4	4.2	Concepción	II	111.152
156	17-11-2012	-37.594	-73.825	21.4	4.2	Lebu	II	26.509
157	18-11-2012	-38.287	-73.695	56	4.1	Carahue	II	85.825
157	18-11-2012	-38.287	-73.695	56	4.1	Tirúa	II	58.757
157	18-11-2012	-38.287	-73.695	56	4.1	Saavedra	III	82.731
158	19-11-2012	-33.956	-72.438	33	4.9	Iloca	II	117.135
158	19-11-2012	-33.956	-72.438	33	4.9	San Antonio	II	91.816
158	19-11-2012	-33.956	-72.438	33	4.9	Constitución	III	156.811
158	19-11-2012	-33.956	-72.438	33	4.9	Litueche	III	75.098
158	19-11-2012	-33.956	-72.438	33	4.9	Paredones	III	97.67
158	19-11-2012	-33.956	-72.438	33	4.9	Valparaíso	III	128.316
158	19-11-2012	-33.956	-72.438	33	4.9	Viña del Mar	III	136.763
158	19-11-2012	-33.956	-72.438	33	4.9	Navidad	IV	64.939
158	19-11-2012	-33.956	-72.438	33	4.9	Pichilemu	IV	70.54
159	19-11-2012	-21.841	-70.184	67	4.4	Tocopilla	IV	71.587
160	19-11-2012	-21.996	-70.338	29.9	1.9	Tocopilla	II	34.048
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Zapallar	II	178.296
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Algarrobo	III	89.409
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Cartagena	III	79.781
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Chanco	III	196.755
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Pelluhue	III	209.007
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	San Antonio	III	75.267
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Valparaíso	III	118.523
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Iloca	IV	108.138
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Navidad	IV	42.902
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Paredones	IV	83.217
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Santo Domingo	IV	71.934
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Constitución	V	151.466
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Litueche	V	53.753
161	20-11-2012	-33.98	-72.281	10.1	5.3	Pichilemu	V	52.766
162	20-11-2012	-22.481	-70.509	31.6	3.9	Tocopilla	II	64.309
163	20-11-2012	-22.063	-70.24	36.9	2.1	Tocopilla	II	37.133
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	Duao	II	109.348
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	Iloca	II	114.083
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	Cartagena	III	82.525
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	Constitución	III	156.297
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	El Tabo	III	84.022
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	Paredones	III	90.914
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	San Antonio	III	78.4
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	San Javier	III	193.919
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	Santo Domingo	III	75.372
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	Viña del Mar	III	126.373
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	Navidad	V	49.321
164	21-11-2012	-33.933	-72.355	10.4	5.1	Pichilemu	V	60.72
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Pelluhue	II	207.129
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Zapallar	II	178.825
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Algarrobo	III	88.579
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Concepción	III	323.732
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Penco	III	311.528
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Talcahuano	III	312.742
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Valparaíso	III	118.584
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Viña del Mar	III	126.354
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	El Quisco	IV	83.858
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	San Antonio	IV	72.869
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	San Javier	IV	182.867
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Constitución	V	149.243
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Duao	V	100.258
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Iloca	V	105.096
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Paredones	V	78.559

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Litueche	VI	48.114
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Navidad	VI	38.652
165	21-11-2012	-34.007	-72.219	12.5	5.5	Pichilemu	VI	48.112
166	21-11-2012	-34.032	-72.376	34.3	5.2	El Tabo	II	98.394
166	21-11-2012	-34.032	-72.376	34.3	5.2	San Antonio	II	91.743
166	21-11-2012	-34.032	-72.376	34.3	5.2	Constitución	III	148.88
166	21-11-2012	-34.032	-72.376	34.3	5.2	Paredones	III	88.624
166	21-11-2012	-34.032	-72.376	34.3	5.2	Navidad	IV	61.727
166	21-11-2012	-34.032	-72.376	34.3	5.2	Pichilemu	IV	62.461
167	21-11-2012	-34.023	-72.39	33	4.1	Navidad	II	61.912
167	21-11-2012	-34.023	-72.39	33	4.1	Paredones	II	89.557
167	21-11-2012	-34.023	-72.39	33	4.1	Pichilemu	II	63.121
168	22-11-2012	-22.615	-70.255	33.8	2.3	Mejillones	III	66.764
169	25-11-2012	-32.742	-71.739	27.1	4.1	Valparaíso	III	46.276
170	29-11-2012	-22.213	-70.29	61.3	3	Tocopilla	II	64.093
171	02-12-2012	-35.545	-72.767	18.7	4.3	Iloca	II	87.268
171	02-12-2012	-35.545	-72.767	18.7	4.3	Cobquecura	III	67.898
171	02-12-2012	-35.545	-72.767	18.7	4.3	Constitución	III	43.753
171	02-12-2012	-35.545	-72.767	18.7	4.3	Pelluhue	III	39.042
171	02-12-2012	-35.545	-72.767	18.7	4.3	Chanco	IV	35.155
172	02-12-2012	-29.656	-71.383	50.6	4.3	La Higuera	II	54.663
173	04-12-2012	-32.696	-71.55	53.3	4.2	Puchuncaví	III	54.891
173	04-12-2012	-32.696	-71.55	53.3	4.2	Viña del Mar	III	65.198
173	04-12-2012	-32.696	-71.55	53.3	4.2	Concón	IV	58.785
173	04-12-2012	-32.696	-71.55	53.3	4.2	Valparaíso	IV	67.873
173	04-12-2012	-32.696	-71.55	53.3	4.2	Zapallar	IV	56.839
174	14-12-2012	-36.442	-73.603	30	4	Cobquecura	II	85.99
174	14-12-2012	-36.442	-73.603	30	4	San Pedro de la Paz	II	68.404
174	14-12-2012	-36.442	-73.603	30	4	Concepción	III	72.35
174	14-12-2012	-36.442	-73.603	30	4	Penco	III	70.855
174	14-12-2012	-36.442	-73.603	30	4	Talcahuano	III	61.03
175	24-12-2012	-34.008	-72.154	7.7	4.8	El Tabo	II	77.14
175	24-12-2012	-34.008	-72.154	7.7	4.8	San Antonio	II	67.746
175	24-12-2012	-34.008	-72.154	7.7	4.8	Litueche	III	41.399
175	24-12-2012	-34.008	-72.154	7.7	4.8	Navidad	III	31.737
175	24-12-2012	-34.008	-72.154	7.7	4.8	Paredones	III	75.789
175	24-12-2012	-34.008	-72.154	7.7	4.8	Pichilemu	III	44.755
175	24-12-2012	-34.008	-72.154	7.7	4.8	Santo Domingo	III	64.065
176	24-12-2012	-29.166	-71.351	57.5	5.5	Copiapó	III	231.706
176	24-12-2012	-29.166	-71.351	57.5	5.5	La Higuera	III	68.957
176	24-12-2012	-29.166	-71.351	57.5	5.5	Huasco	III	99.146
176	24-12-2012	-29.166	-71.351	57.5	5.5	Coquimbo	IV	104.528
176	24-12-2012	-29.166	-71.351	57.5	5.5	La Serena	IV	100.39
177	24-12-2012	-32.565	-71.636	25	3.7	Quintero	II	36.153
177	24-12-2012	-32.565	-71.636	25	3.7	Valparaíso	II	61.22
178	26-12-2012	-37.35	-73.715	31.8	5.3	Carahue	II	160.949
178	26-12-2012	-37.35	-73.715	31.8	5.3	Constitución	III	254.888
178	26-12-2012	-37.35	-73.715	31.8	5.3	Tirúa	III	115.511
178	26-12-2012	-37.35	-73.715	31.8	5.3	Cobquecura	IV	161.877
178	26-12-2012	-37.35	-73.715	31.8	5.3	Concepción	IV	88.376
178	26-12-2012	-37.35	-73.715	31.8	5.3	Arauco	V	48.757
178	26-12-2012	-37.35	-73.715	31.8	5.3	Tomé	V	110.89
179	26-12-2012	-35.848	-73.733	30.4	5.1	Chanco	III	113.266
179	26-12-2012	-35.848	-73.733	30.4	5.1	Lebu	III	199.394
179	26-12-2012	-35.848	-73.733	30.4	5.1	Pelluhue	III	103.829
179	26-12-2012	-35.848	-73.733	30.4	5.1	Talcahuano	III	115.488
179	26-12-2012	-35.848	-73.733	30.4	5.1	Concepción	IV	129.22
179	26-12-2012	-35.848	-73.733	30.4	5.1	Constitución	IV	135.656
179	26-12-2012	-35.848	-73.733	30.4	5.1	San Pedro de la Paz	IV	126.483
179	26-12-2012	-35.848	-73.733	30.4	5.1	Tomé	IV	114.871
179	26-12-2012	-35.848	-73.733	30.4	5.1	Cobquecura	V	95.396
180	26-12-2012	-35.845	-73.425	38.1	4.5	Constitución	II	114.134
180	26-12-2012	-35.845	-73.425	38.1	4.5	San Pedro de la Paz	II	119.628
180	26-12-2012	-35.845	-73.425	38.1	4.5	Cobquecura	III	75.605

Continúa en página siguiente

Tabla A.2 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
180	26-12-2012	-35.845	-73.425	38.1	4.5	Concepción	III	121.156
181	26-12-2012	-35.835	-73.341	15.1	4.2	Constitución	II	101.726
181	26-12-2012	-35.835	-73.341	15.1	4.2	Cobquecura	III	61.314
182	26-12-2012	-35.805	-73.563	37.5	4.2	Cobquecura	III	86.882
183	27-12-2012	-35.77	-73.727	12.1	4.4	Constitución	III	128.799
184	30-12-2012	-34.756	-72.55	8.3	4	Duao	II	38.408
184	30-12-2012	-34.756	-72.55	8.3	4	Iloca	II	40.158

Tabla A.3: Reportes de sismos de 2013.

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
2	06-01-2013	-32.699	-71.505	36.9	3.3	Zapallar	III	41.422
3	07-01-2013	-32.917	-72.078	28.3	4.6	San Antonio	II	91.777
3	07-01-2013	-32.917	-72.078	28.3	4.6	Valparaíso	III	52.972
3	07-01-2013	-32.917	-72.078	28.3	4.6	Viña del Mar	III	59.649
3	07-01-2013	-32.917	-72.078	28.3	4.6	Zapallar	III	76.826
4	09-01-2013	-27.907	-71.025	80.2	3.9	Copiapó	II	122.15
5	13-01-2013	-34.848	-71.968	42.7	3.9	Iloca	III	48.308
6	16-01-2013	-35.124	-72.457	10.3	3.7	Constitución	III	25.702
6	16-01-2013	-35.124	-72.457	10.3	3.7	Iloca	III	33.433
7	17-01-2013	-34.832	-71.943	51.8	3.7	Paredones	III	55.68
8	18-01-2013	-34.704	-71.952	10	3.5	Iloca	II	35.652
8	18-01-2013	-34.704	-71.952	10	3.5	Pichilemu	III	37.367
8	18-01-2013	-34.704	-71.952	10	3.5	Bucalemu	IV	14.528
9	19-01-2013	-39.056	-73.117	11.5	4.1	Valdivia	II	84.209
9	19-01-2013	-39.056	-73.117	11.5	4.1	Carahue	III	41.491
9	19-01-2013	-39.056	-73.117	11.5	4.1	Saavedra	IV	40.701
9	19-01-2013	-39.056	-73.117	11.5	4.1	Teodoro Schmidt	IV	16.046
9	19-01-2013	-39.056	-73.117	11.5	4.1	Toltén	V	23.424
10	22-01-2013	-31.691	-71.529	25	5.2	Canela	II	41.6
10	22-01-2013	-31.691	-71.529	25	5.2	El Tabo	II	197.824
10	22-01-2013	-31.691	-71.529	25	5.2	Navidad	II	252.434
10	22-01-2013	-31.691	-71.529	25	5.2	Coquimbo	III	196.309
10	22-01-2013	-31.691	-71.529	25	5.2	La Serena	III	202.698
10	22-01-2013	-31.691	-71.529	25	5.2	Los Vilos	III	34.17
10	22-01-2013	-31.691	-71.529	25	5.2	Valparaíso	III	155.51
10	22-01-2013	-31.691	-71.529	25	5.2	Zapallar	III	97.184
11	26-01-2013	-33.966	-72.258	36.4	3.8	Pichilemu	III	63.596
12	28-01-2013	-27.435	-71.291	55	3.8	Caldera	II	83.088
12	28-01-2013	-27.435	-71.291	55	3.8	Copiapó	II	111.123
13	29-01-2013	-23.8	-70.526	52.6	3.2	Antofagasta	II	57.247
14	29-01-2013	-26.514	-70.471	86.1	4.2	Huasco	II	243.488
14	29-01-2013	-26.514	-70.471	86.1	4.2	Freirina	III	244.442
14	29-01-2013	-26.514	-70.471	86.1	4.2	Copiapó	IV	129.086
14	29-01-2013	-26.514	-70.471	86.1	4.2	Chañaral	IV	89.356
14	29-01-2013	-26.514	-70.471	86.1	4.2	Caldera	IV	111.288
15	30-01-2013	-29.714	-71.92	31.6	3.2	Coquimbo	II	70.014
15	30-01-2013	-29.714	-71.92	31.6	3.2	La Serena	II	74.937
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Algarrobo	II	566.713
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Antofagasta	III	526.249
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Constitución	III	793.977
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Valparaíso	III	533.377
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Zapallar	III	472.698
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Papudo	IV	470.737
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Caldera	V	113.766
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Chañaral	V	193.507
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Coquimbo	V	192.934
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	La Higuera	V	146.185
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	La Serena	V	185.969
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Mejillones	V	595.786
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Ovalle	V	257.245
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Copiapó	VI	101.842
16	30-01-2013	-28.178	-70.882	52.2	6.7	Huasco	VI	52.785
17	01-02-2013	-27.977	-71.028	37.1	3.4	Copiapó	II	104.407
18	02-02-2013	-32.532	-71.526	28.3	4.3	El Tabo	II	106.852
18	02-02-2013	-32.532	-71.526	28.3	4.3	Papudo	III	29.233
18	02-02-2013	-32.532	-71.526	28.3	4.3	Valparaíso	III	66.694
18	02-02-2013	-32.532	-71.526	28.3	4.3	Viña del Mar	III	62.544
19	02-02-2013	-36.473	-73.417	25.1	3.5	Concepción	III	57.535
19	02-02-2013	-36.473	-73.417	25.1	3.5	Hualpén	III	52.069
19	02-02-2013	-36.473	-73.417	25.1	3.5	Penco	III	54.516
19	02-02-2013	-36.473	-73.417	25.1	3.5	Talcahuano	III	45.68
19	02-02-2013	-36.473	-73.417	25.1	3.5	Tomé	III	51.296

Continúa en página siguiente

Tabla A.3 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
20	03-02-2013	-35.583	-72.938	41.6	4.5	Constitución	II	68.824
20	03-02-2013	-35.583	-72.938	41.6	4.5	Duao	II	110.784
20	03-02-2013	-35.583	-72.938	41.6	4.5	Iloca	II	107.062
20	03-02-2013	-35.583	-72.938	41.6	4.5	Cobquecura	III	75.003
20	03-02-2013	-35.583	-72.938	41.6	4.5	San Javier	III	115.323
20	03-02-2013	-35.583	-72.938	41.6	4.5	Pelluhue	IV	57.141
21	03-02-2013	-32.335	-71.379	33.4	4.3	Los Vilos	III	60.247
21	03-02-2013	-32.335	-71.379	33.4	4.3	Valparaíso	III	91.223
21	03-02-2013	-32.335	-71.379	33.4	4.3	Puchuncaví	IV	55.599
21	03-02-2013	-32.335	-71.379	33.4	4.3	Viña del Mar	IV	85.797
21	03-02-2013	-32.335	-71.379	33.4	4.3	Zapallar	IV	40.862
21	03-02-2013	-32.335	-71.379	33.4	4.3	Papudo	IV	39.63
22	04-02-2013	-28.171	-70.339	41.3	4	Copiapó	II	98.594
22	04-02-2013	-28.171	-70.339	41.3	4	Freirina	III	90.194
22	04-02-2013	-28.171	-70.339	41.3	4	Huasco	III	100.372
23	07-02-2013	-33.703	-72.1	40.4	3.7	Valparaíso	II	92.352
24	08-02-2013	-20.271	-70.263	32.7	3.3	Iquique	III	34.727
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Chanco	II	260.524
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Pelluhue	II	272.842
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Constitución	III	215.814
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Duao	III	167.28
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Iloca	III	172.014
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Paredones	III	142.018
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Pichilemu	III	113.36
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	San Javier	III	245.049
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	San Antonio	IV	66.491
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Valparaíso	IV	77.112
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Viña del Mar	IV	84.776
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Zapallar	IV	127.506
25	10-02-2013	-33.458	-72.1	46.5	5.3	Navidad	V	74.63
26	10-02-2013	-33.454	-72.219	46.3	4.4	San Antonio	III	74.355
26	10-02-2013	-33.454	-72.219	46.3	4.4	Valparaíso	III	83.516
27	11-02-2013	-34.318	-71.995	7	3.9	Pichilemu	IV	10.078
28	11-02-2013	-34.347	-72.039	12.1	2.6	Pichilemu	IV	13.241
29	18-02-2013	-33.953	-72.563	36.8	5.4	Iloca	II	121.334
29	18-02-2013	-33.953	-72.563	36.8	5.4	Constitución	III	158.532
29	18-02-2013	-33.953	-72.563	36.8	5.4	San Antonio	III	102.764
29	18-02-2013	-33.953	-72.563	36.8	5.4	Santo Domingo	III	100.127
29	18-02-2013	-33.953	-72.563	36.8	5.4	Valparaíso	III	136.135
29	18-02-2013	-33.953	-72.563	36.8	5.4	Viña del Mar	III	144.864
29	18-02-2013	-33.953	-72.563	36.8	5.4	El Tabo	IV	106.654
29	18-02-2013	-33.953	-72.563	36.8	5.4	Navidad	IV	76.838
29	18-02-2013	-33.953	-72.563	36.8	5.4	Pichilemu	IV	79.589
31	23-02-2013	-19.949	-70.02	52.7	4.5	Pisagua	III	68.648
31	23-02-2013	-19.949	-70.02	52.7	4.5	Alto Hospicio	IV	64.166
31	23-02-2013	-19.949	-70.02	52.7	4.5	Iquique	IV	62.478
32	24-02-2013	-34.546	-71.995	13.4	3.2	Pichilemu	IV	22.561
34	02-03-2013	-22.852	-70.372	50.9	5.1	Antofagasta	IV	100.785
34	02-03-2013	-22.852	-70.372	50.9	5.1	Mejillones	IV	58.454
34	02-03-2013	-22.852	-70.372	50.9	5.1	Tocopilla	IV	102.665
36	07-03-2013	-32.7	-71.736	26.6	4	Viña del Mar	II	49.416
36	07-03-2013	-32.7	-71.736	26.6	4	Valparaíso	III	49.692
37	10-03-2013	-34.59	-72.041	32.1	3.1	Bucalemu	III	32.618
37	10-03-2013	-34.59	-72.041	32.1	3.1	Pichilemu	III	39.693
38	15-03-2013	-19.975	-70.224	48.2	4	Alto Hospicio	II	59.513
38	15-03-2013	-19.975	-70.224	48.2	4	Iquique	II	55.538
38	15-03-2013	-19.975	-70.224	48.2	4	Pisagua	II	63.768
39	18-03-2013	-32.508	-71.8	27.3	4.6	Algarrobo	II	100.217
39	18-03-2013	-32.508	-71.8	27.3	4.6	El Quisco	II	103.404
39	18-03-2013	-32.508	-71.8	27.3	4.6	Valparaíso	III	69.727
39	18-03-2013	-32.508	-71.8	27.3	4.6	Viña del Mar	III	69.177
39	18-03-2013	-32.508	-71.8	27.3	4.6	Zapallar	III	41.594
41	20-03-2013	-25.395	-70.425	88.1	3.9	Taltal	II	88.325
42	23-03-2013	-28.044	-71.168	53.3	4.5	Copiapó	III	124.719

Continúa en página siguiente

Tabla A.3 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
43	25-03-2013	-36.781	-73.816	35.7	4.4	Talcahuano	III	72.198
43	25-03-2013	-36.781	-73.816	35.7	4.4	San Pedro de la Paz	III	72.038
43	25-03-2013	-36.781	-73.816	35.7	4.4	Concepción	III	77.26
44	29-03-2013	-35.381	-73.228	38.3	5.4	Constitución	IV	83.166
45	04-04-2013	-34.547	-71.95	60.1	4.6	Iloca	II	77.66
45	04-04-2013	-34.547	-71.95	60.1	4.6	Constitución	II	114.384
45	04-04-2013	-34.547	-71.95	60.1	4.6	Bucalemu	III	61.566
45	04-04-2013	-34.547	-71.95	60.1	4.6	Pichilemu	III	62.979
46	05-04-2013	-27.755	-71.004	65.1	4.5	Copiapó	III	103.441
47	06-04-2013	-42.71	-75.35	24.9	3.8	Quellón	II	151.214
48	08-04-2013	-30.113	-71.218	66.7	4.9	La Higuera	II	95.54
48	08-04-2013	-30.113	-71.218	66.7	4.9	Canela	II	159.584
48	08-04-2013	-30.113	-71.218	66.7	4.9	Los Vilos	II	211.743
48	08-04-2013	-30.113	-71.218	66.7	4.9	Ovalle	III	84.79
48	08-04-2013	-30.113	-71.218	66.7	4.9	Coquimbo	IV	70.007
48	08-04-2013	-30.113	-71.218	66.7	4.9	La Serena	IV	70.856
49	16-04-2013	-34.888	-71.932	35	4.9	Navidad	III	112.292
49	16-04-2013	-34.888	-71.932	35	4.9	Chanco	IV	114.253
49	16-04-2013	-34.888	-71.932	35	4.9	Constitución	IV	75.03
49	16-04-2013	-34.888	-71.932	35	4.9	Iloca	IV	42.443
49	16-04-2013	-34.888	-71.932	35	4.9	Litueche	IV	94.47
49	16-04-2013	-34.888	-71.932	35	4.9	Paredones	IV	43.861
49	16-04-2013	-34.888	-71.932	35	4.9	Pichilemu	IV	66.514
49	16-04-2013	-34.888	-71.932	35	4.9	San Javier	IV	88.209
50	18-04-2013	-32.668	-71.435	39.3	3.7	El Tabo	II	97.934
50	18-04-2013	-32.668	-71.435	39.3	3.7	Valparaíso	II	62.129
50	18-04-2013	-32.668	-71.435	39.3	3.7	Viña del Mar	II	57.266
50	18-04-2013	-32.668	-71.435	39.3	3.7	Zapallar	III	42.182
52	28-04-2013	-21.562	-69.858	89.1	4.2	Tocopilla	IV	111.123
53	29-04-2013	-34.912	-71.998	59	4.2	Constitución	II	84.456
53	29-04-2013	-34.912	-71.998	59	4.2	Paredones	III	66.325
53	29-04-2013	-34.912	-71.998	59	4.2	Pichilemu	III	83.36
54	03-05-2013	-36.894	-73.015	32.6	4.2	Arauco	III	57.903
54	03-05-2013	-36.894	-73.015	32.6	4.2	Cabrero	III	65.532
54	03-05-2013	-36.894	-73.015	32.6	4.2	Concepción	IV	33.445
54	03-05-2013	-36.894	-73.015	32.6	4.2	Coronel	IV	36.884
54	03-05-2013	-36.894	-73.015	32.6	4.2	Hualpén	IV	35.386
54	03-05-2013	-36.894	-73.015	32.6	4.2	Penco	IV	37.311
54	03-05-2013	-36.894	-73.015	32.6	4.2	San Pedro de la Paz	IV	34.517
54	03-05-2013	-36.894	-73.015	32.6	4.2	Talcahuano	IV	39.162
54	03-05-2013	-36.894	-73.015	32.6	4.2	Tomé	IV	45.246
56	10-05-2013	-22.095	-70.306	40.1	3.7	Tocopilla	IV	41.681
57	12-05-2013	-32.56	-71.297	34.1	3.1	Viña del Mar	II	66.505
57	12-05-2013	-32.56	-71.297	34.1	3.1	Valparaíso	III	73.05
58	15-05-2013	-24.953	-70.223	65.7	4.4	Copiapó	II	276.799
58	15-05-2013	-24.953	-70.223	65.7	4.4	Taltal	II	87.086
59	22-05-2013	-22.06	-70.302	38.1	3.1	Tocopilla	II	39.534
60	27-05-2013	-33.599	-71.994	14.2	4.1	Algarrobo	II	42.313
60	27-05-2013	-33.599	-71.994	14.2	4.1	El Tabo	III	37.385
60	27-05-2013	-33.599	-71.994	14.2	4.1	San Antonio	III	37.73
61	29-05-2013	-29.874	-71.207	50.9	3.6	Coquimbo	II	53.011
61	29-05-2013	-29.874	-71.207	50.9	3.6	La Higuera	II	66.014
61	29-05-2013	-29.874	-71.207	50.9	3.6	La Serena	II	51.151
62	31-05-2013	-34.739	-71.908	40	3.6	Iloca	II	52.592
63	02-06-2013	-22.207	-70.217	37	2.1	Tocopilla	II	40.187
64	03-06-2013	-27.318	-71.111	39.6	3.4	Caldera	III	56.536
65	04-06-2013	-34.843	-71.862	64.9	4.8	Litueche	III	104.325
65	04-06-2013	-34.843	-71.862	64.9	4.8	Paredones	III	68.382
65	04-06-2013	-34.843	-71.862	64.9	4.8	Constitución	IV	98.707
65	04-06-2013	-34.843	-71.862	64.9	4.8	Duao	IV	71.348
65	04-06-2013	-34.843	-71.862	64.9	4.8	San Javier	IV	106.85
65	04-06-2013	-34.843	-71.862	64.9	4.8	Pichilemu	V	83.63
66	05-06-2013	-36.556	-73.429	23	3.3	Chanco	II	124.136
66	05-06-2013	-36.556	-73.429	23	3.3	Pelluhue	II	110.092

Continúa en página siguiente

Tabla A.3 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
66	05-06-2013	-36.556	-73.429	23	3.3	Coelemu	III	69.631
66	05-06-2013	-36.556	-73.429	23	3.3	Concepción	III	51.227
66	05-06-2013	-36.556	-73.429	23	3.3	Talcahuano	III	40.335
66	05-06-2013	-36.556	-73.429	23	3.3	Tomé	III	49.074
67	05-06-2013	-32.459	-71.353	31.6	3.1	Zapallar	II	34.365
68	06-06-2013	-32.558	-71.376	27.2	4.5	Valparaíso	IV	67.294
68	06-06-2013	-32.558	-71.376	27.2	4.5	Zapallar	IV	28.644
69	06-06-2013	-34.071	-73.001	19.8	4	Chanco	II	190.911
69	06-06-2013	-34.071	-73.001	19.8	4	Pelluhue	II	199.98
70	07-06-2013	-32.524	-71.506	29.3	4.2	San Antonio	II	123.745
70	07-06-2013	-32.524	-71.506	29.3	4.2	Zapallar	II	29.545
70	07-06-2013	-32.524	-71.506	29.3	4.2	Viña del Mar	III	63.839
70	07-06-2013	-32.524	-71.506	29.3	4.2	Valparaíso	IV	68.217
71	08-06-2013	-19.123	-70.079	41.7	4	Arica	III	86.923
71	08-06-2013	-19.123	-70.079	41.7	4	Cuya	III	43.202
71	08-06-2013	-19.123	-70.079	41.7	4	Pisagua	III	69.054
72	13-06-2013	-29.794	-71.262	46.6	4	La Higuera	III	56.947
73	19-06-2013	-29.62	-71.2	50.4	4.1	La Higuera	III	52.542
74	19-06-2013	-29.977	-71.193	51.4	4.6	Ovalle	III	84.813
74	19-06-2013	-29.977	-71.193	51.4	4.6	Coquimbo	IV	53.229
74	19-06-2013	-29.977	-71.193	51.4	4.6	La Higuera	IV	74.247
74	19-06-2013	-29.977	-71.193	51.4	4.6	La Serena	IV	52.399
76	24-06-2013	-19.555	-70.901	45.8	4.4	Alto Hospicio	III	123.848
76	24-06-2013	-19.555	-70.901	45.8	4.4	Iquique	III	115.897
77	27-06-2013	-29.825	-71.575	34	4.2	Coquimbo	II	43.533
77	27-06-2013	-29.825	-71.575	34	4.2	La Serena	II	47.012
77	27-06-2013	-29.825	-71.575	34	4.2	Ovalle	III	97.865
78	02-07-2013	-32.665	-71.44	45.8	3.4	Zapallar	III	48.166
79	03-07-2013	-19.274	-70.698	37.4	4.7	Arica	II	104.622
79	03-07-2013	-19.274	-70.698	37.4	4.7	Cuya	III	67.351
80	04-07-2013	-25.881	-70.397	46.1	3.8	Taltal	III	70.551
80	04-07-2013	-25.881	-70.397	46.1	3.8	Copiapó	III	171.909
81	04-07-2013	-29.765	-71.607	40.4	3.7	Coquimbo	II	52.498
81	04-07-2013	-29.765	-71.607	40.4	3.7	La Serena	II	55.195
82	06-07-2013	-19.951	-70.262	46.1	3.5	Alto Hospicio	II	60.331
82	06-07-2013	-19.951	-70.262	46.1	3.5	Iquique	II	55.684
82	06-07-2013	-19.951	-70.262	46.1	3.5	Pisagua	II	60.615
83	08-07-2013	-34.223	-72.734	50.6	4.3	Paredones	II	103.459
83	08-07-2013	-34.223	-72.734	50.6	4.3	Constitución	III	136.633
83	08-07-2013	-34.223	-72.734	50.6	4.3	Pichilemu	III	86.217
84	13-07-2013	-35.636	-72.865	27.6	4	Chanco	III	42.184
84	13-07-2013	-35.636	-72.865	27.6	4	Pelluhue	III	41.014
85	17-07-2013	-34.394	-72.034	9.1	3.1	Pichilemu	IV	9.699
86	17-07-2013	-20.674	-70.509	48.4	3.9	Iquique	II	78.76
87	18-07-2013	-20.23	-70.799	40.3	4.2	Iquique	II	77.359
88	21-07-2013	-36.527	-73.586	11.6	4.1	Concepción	III	59.872
88	21-07-2013	-36.527	-73.586	11.6	4.1	Talcahuano	III	48.35
89	23-07-2013	-20.22	-70.927	38	4.9	Alto Hospicio	II	94.038
89	23-07-2013	-20.22	-70.927	38	4.9	Iquique	II	88.016
90	23-07-2013	-20.263	-70.854	11.1	4.3	Alto Hospicio	II	79.003
90	23-07-2013	-20.263	-70.854	11.1	4.3	Iquique	II	72.788
91	23-07-2013	-20.227	-70.911	37.1	4.5	Alto Hospicio	II	92.105
91	23-07-2013	-20.227	-70.911	37.1	4.5	Iquique	II	86.125
92	23-07-2013	-20.232	-70.875	39	4.6	Alto Hospicio	II	89.466
92	23-07-2013	-20.232	-70.875	39	4.6	Iquique	II	83.625
93	23-07-2013	-20.243	-70.894	38.5	4	Iquique	II	85.188
93	23-07-2013	-20.243	-70.894	38.5	4	Alto Hospicio	II	90.993
94	24-07-2013	-20.18	-70.818	40.4	4.9	Alto Hospicio	III	85.294
94	24-07-2013	-20.18	-70.818	40.4	4.9	Iquique	III	79.214
95	26-07-2013	-19.95	-70.562	26.7	4.1	Alto Hospicio	II	65.178
95	26-07-2013	-19.95	-70.562	26.7	4.1	Iquique	II	57.461
95	26-07-2013	-19.95	-70.562	26.7	4.1	Pisagua	III	59.473
96	26-07-2013	-34.751	-71.937	43.9	4.3	Navidad	II	101.54
97	27-07-2013	-34.767	-71.925	27.9	4.6	Constitución	II	82.211

Continúa en página siguiente

Tabla A.3 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
97	27-07-2013	-34.767	-71.925	27.9	4.6	Duao	II	39.195
97	27-07-2013	-34.767	-71.925	27.9	4.6	Iloca	II	41.654
97	27-07-2013	-34.767	-71.925	27.9	4.6	Navidad	II	97.31
97	27-07-2013	-34.767	-71.925	27.9	4.6	Paredones	II	30.782
98	29-07-2013	-19.969	-70.255	38.2	2.7	Pisagua	II	56.235
98	29-07-2013	-19.969	-70.255	38.2	2.7	Iquique	II	48.021
98	29-07-2013	-19.969	-70.255	38.2	2.7	Alto Hospicio	II	53.037
99	31-07-2013	-32.488	-71.535	42.7	3.4	Zapallar	II	43.464
100	02-08-2013	-29.495	-71.759	49.7	4.2	La Higuera	II	68.868
101	02-08-2013	-34.434	-72.188	22.4	4	Paredones	III	42.285
101	02-08-2013	-34.434	-72.188	22.4	4	Pichilemu	IV	28.846
102	03-08-2013	-22.502	-70.259	60.6	4.9	Tocopilla	IV	77.809
103	04-08-2013	-32.483	-71.654	8.9	4.1	Zapallar	III	20.454
104	04-08-2013	-22.179	-70.302	41.3	3	Tocopilla	II	44.405
105	05-08-2013	-20.189	-70.705	29.8	5.3	Cuya	II	130.572
105	05-08-2013	-20.189	-70.705	29.8	5.3	Alto Hospicio	IV	69.951
105	05-08-2013	-20.189	-70.705	29.8	5.3	Iquique	IV	63.693
106	06-08-2013	-19.883	-69.925	52.3	4.1	Cuya	II	99.615
106	06-08-2013	-19.883	-69.925	52.3	4.1	Alto Hospicio	II	70.188
106	06-08-2013	-19.883	-69.925	52.3	4.1	Iquique	II	68.979
107	09-08-2013	-22.63	-70.376	34.8	4	Tocopilla	III	73.941
108	15-08-2013	-32.514	-71.642	48	4.9	El Tabo	II	114.743
108	15-08-2013	-32.514	-71.642	48	4.9	Valparaíso	III	78.066
108	15-08-2013	-32.514	-71.642	48	4.9	Viña del Mar	III	75.802
108	15-08-2013	-32.514	-71.642	48	4.9	Zapallar	IV	50.777
109	15-08-2013	-37.072	-74.084	15	5.1	Concepción	III	96.921
109	15-08-2013	-37.072	-74.084	15	5.1	Hualpén	III	95.889
109	15-08-2013	-37.072	-74.084	15	5.1	San Pedro de la Paz	III	91.284
109	15-08-2013	-37.072	-74.084	15	5.1	Talcahuano	III	95.906
110	16-08-2013	-20.119	-70.812	36.3	4.4	Pisagua	II	92.392
111	16-08-2013	-28.665	-71.098	54.3	5.1	Caldera	III	188.036
111	16-08-2013	-28.665	-71.098	54.3	5.1	Freirina	III	57.402
111	16-08-2013	-28.665	-71.098	54.3	5.1	Coquimbo	III	154.696
111	16-08-2013	-28.665	-71.098	54.3	5.1	La Higuera	III	108.898
111	16-08-2013	-28.665	-71.098	54.3	5.1	La Serena	III	148.549
111	16-08-2013	-28.665	-71.098	54.3	5.1	Copiapó	IV	172.386
111	16-08-2013	-28.665	-71.098	54.3	5.1	Huasco	IV	60.471
113	19-08-2013	-34.707	-72.117	11	4.1	Constitución	II	75.665
113	19-08-2013	-34.707	-72.117	11	4.1	Duao	III	24.793
113	19-08-2013	-34.707	-72.117	11	4.1	Paredones	III	23.518
113	19-08-2013	-34.707	-72.117	11	4.1	Iloca	III	29.271
114	20-08-2013	-27.325	-70.854	35	3.5	Caldera	III	45.423
114	20-08-2013	-27.325	-70.854	35	3.5	Copiapó	III	63.767
115	20-08-2013	-25.268	-70.25	33.4	4	Caldera	II	210.784
115	20-08-2013	-25.268	-70.25	33.4	4	Copiapó	II	236.129
115	20-08-2013	-25.268	-70.25	33.4	4	Freirina	II	370.321
115	20-08-2013	-25.268	-70.25	33.4	4	Taltal	III	43.843
116	01-09-2013	-26.846	-71.143	53.1	4.3	Copiapó	III	113.502
116	01-09-2013	-26.846	-71.143	53.1	4.3	Chañaral	III	94.882
116	01-09-2013	-26.846	-71.143	53.1	4.3	Caldera	III	66.867
117	01-09-2013	-27.495	-70.854	41.6	3.2	Copiapó	II	68.911
118	03-09-2013	-27.081	-71.026	44.1	4.1	Copiapó	III	88.792
118	03-09-2013	-27.081	-71.026	44.1	4.1	Caldera	IV	48.748
119	03-09-2013	-22.456	-70.151	38.5	2.4	Tocopilla	II	58.163
120	04-09-2013	-21.475	-69.801	81.1	4.5	Tocopilla	III	112.346
121	05-09-2013	-24.104	-70.482	48.1	4.4	Antofagasta	IV	71.64
122	09-09-2013	-34.685	-72.941	31.3	4.6	Constitución	III	92.009
123	18-09-2013	-25.358	-70.845	42.6	4.5	Taltal	II	56.119
124	23-09-2013	-33.487	-71.934	42.2	4.3	Algarrobo	III	50.741
124	23-09-2013	-33.487	-71.934	42.2	4.3	Quintero	III	96.539
124	23-09-2013	-33.487	-71.934	42.2	4.3	San Antonio	III	52.954
124	23-09-2013	-33.487	-71.934	42.2	4.3	Santo Domingo	III	53.382
124	23-09-2013	-33.487	-71.934	42.2	4.3	Valparaíso	IV	68.931
124	23-09-2013	-33.487	-71.934	42.2	4.3	Viña del Mar	IV	75.686

Continúa en página siguiente

Tabla A.3 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
125	24-09-2013	-32.63	-71.572	40.2	4.6	Los Vilos	III	90.811
125	24-09-2013	-32.63	-71.572	40.2	4.6	Papudo	IV	43.649
125	24-09-2013	-32.63	-71.572	40.2	4.6	Quintero	IV	43.812
125	24-09-2013	-32.63	-71.572	40.2	4.6	Valparaíso	IV	63.365
125	24-09-2013	-32.63	-71.572	40.2	4.6	Zapallar	IV	42.774
126	24-09-2013	-29.834	-71.317	56.4	4.2	Coquimbo	III	57.88
126	24-09-2013	-29.834	-71.317	56.4	4.2	La Serena	III	57.243
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Constitución	II	271.843
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Saavedra	III	156.498
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Toltén	III	204.432
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Coelemu	IV	153.4
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Tomé	IV	130.004
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Arauco	V	69.644
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Concepción	V	108.105
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Hualpén	V	110.428
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Lebu	V	56.277
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Los Álamos	V	60.063
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	San Pedro de la Paz	V	104.989
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Talcahuano	V	114.341
127	29-09-2013	-37.487	-73.713	54.1	5.3	Tirúa	V	110.209
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Valdivia	II	268.625
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Constitución	III	275.229
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Teodoro Schmidt	III	186.87
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Toltén	III	206.857
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Carahue	IV	156.296
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Saavedra	IV	157.776
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Tirúa	IV	110.111
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Tomé	IV	133.18
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Arauco	V	70.178
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Concepción	V	111.033
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Coronel	V	93.749
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Hualpén	V	112.829
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Lebu	V	49.897
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Los Álamos	V	58.438
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Lota	V	87.828
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	San Pedro de la Paz	V	107.168
128	29-09-2013	-37.472	-73.883	42.5	5.4	Talcahuano	V	116.172
129	29-09-2013	-37.534	-73.695	35.5	3.7	Arauco	III	58.115
129	29-09-2013	-37.534	-73.695	35.5	3.7	Lebu	III	36.897
129	29-09-2013	-37.534	-73.695	35.5	3.7	Tirúa	III	97.285
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Tirúa	II	91.518
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Arauco	III	50.543
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Carahue	III	135.594
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Coronel	III	77.65
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Hualpén	III	101.058
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Lebu	III	30.365
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Lota	III	70.023
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Penco	III	109.859
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Saavedra	III	140.549
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	San Pedro de la Paz	III	95.006
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Toltén	III	189.679
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Concepción	IV	97.737
130	30-09-2013	-37.556	-73.583	29	4.9	Talcahuano	IV	106.18
131	06-10-2013	-22.071	-70.276	37.3	3.4	Tocopilla	II	38.118
132	09-10-2013	-32.518	-71.702	31.8	4.1	Algarrobo	II	99.77
132	09-10-2013	-32.518	-71.702	31.8	4.1	Quintero	III	46.178
132	09-10-2013	-32.518	-71.702	31.8	4.1	Valparaíso	III	69.195
132	09-10-2013	-32.518	-71.702	31.8	4.1	Papudo	IV	39.633
132	09-10-2013	-32.518	-71.702	31.8	4.1	Zapallar	IV	38.737
133	09-10-2013	-22.08	-70.27	34.4	3.5	Tocopilla	III	35.18
134	13-10-2013	-34.615	-71.951	29	3.8	Iloca	II	51.42
134	13-10-2013	-34.615	-71.951	29	3.8	Pichilemu	II	39.092
134	13-10-2013	-34.615	-71.951	29	3.8	Duao	II	47.774
135	14-10-2013	-20.384	-70.025	48.3	3.5	Iquique	III	53.836

Continúa en página siguiente

Tabla A.3 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
136	15-10-2013	-35.724	-72.783	33.7	3.4	Constitución	II	64.262
136	15-10-2013	-35.724	-72.783	33.7	3.4	Pelluhue	III	38.294
137	15-10-2013	-22.012	-70.363	31.9	2.9	Tocopilla	II	36.578
138	16-10-2013	-32.529	-71.602	34.4	3.8	Zapallar	III	36.662
138	16-10-2013	-32.529	-71.602	34.4	3.8	Quintero	IV	44.996
138	16-10-2013	-32.529	-71.602	34.4	3.8	Valparaíso	IV	69.127
138	16-10-2013	-32.529	-71.602	34.4	3.8	Viña del Mar	IV	66.127
139	16-10-2013	-34.764	-71.896	49.1	4.1	Constitución	III	93.152
139	16-10-2013	-34.764	-71.896	49.1	4.1	Pichilemu	III	65.578
139	16-10-2013	-34.764	-71.896	49.1	4.1	Duao	IV	57.521
139	16-10-2013	-34.764	-71.896	49.1	4.1	Iloca	IV	59.28
139	16-10-2013	-34.764	-71.896	49.1	4.1	Paredones	IV	50.66
140	20-10-2013	-18.59	-70.183	58.2	3.9	Arica	II	61.174
140	20-10-2013	-18.59	-70.183	58.2	3.9	Cuya	III	86.102
142	23-10-2013	-22.061	-70.302	45.3	2.9	Tocopilla	II	46.511
143	28-10-2013	-34.385	-71.972	41.3	3.9	Pichilemu	V	41.381
144	29-10-2013	-29.471	-71.688	59	4.4	La Higuera	II	71.803
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Paredones	II	151.978
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Concepción	III	160.569
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Coronel	III	180.063
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Hualpén	III	154.98
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Iloca	III	113.865
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	San Pedro de la Paz	III	160.2
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Talcahuano	III	147.726
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Cobquecura	IV	93.712
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Chanco	V	78.599
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Constitución	V	81.46
145	29-10-2013	-35.439	-73.193	39.2	5.8	Pelluhue	V	77.635
146	29-10-2013	-36.09	-72.831	33	4.7	Constitución	II	97.931
147	29-10-2013	-35.314	-73.395	41.5	5.7	Chanco	III	99.985
147	29-10-2013	-35.314	-73.395	41.5	5.7	Concepción	III	176.857
147	29-10-2013	-35.314	-73.395	41.5	5.7	Pelluhue	III	99.097
147	29-10-2013	-35.314	-73.395	41.5	5.7	San Pedro de la Paz	III	175.9
147	29-10-2013	-35.314	-73.395	41.5	5.7	Talcahuano	III	163.528
147	29-10-2013	-35.314	-73.395	41.5	5.7	Constitución	IV	98.066
147	29-10-2013	-35.314	-73.395	41.5	5.7	San Javier	IV	158.064
148	30-10-2013	-35.37	-73.365	15	4.3	Constitución	III	87.467
149	30-10-2013	-28.086	-71.017	70.9	4.3	Freirina	II	84.704
149	30-10-2013	-28.086	-71.017	70.9	4.3	Huasco	II	83.983
149	30-10-2013	-28.086	-71.017	70.9	4.3	Copiapó	III	127.242
152	31-10-2013	-24.855	-70.879	32	5.2	Copiapó	II	287.009
153	31-10-2013	-35.108	-72.112	47.9	4.5	Constitución	III	60.754
153	31-10-2013	-35.108	-72.112	47.9	4.5	San Javier	III	79.839
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Los Vilos	II	177.874
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Cartagena	III	357.697
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	El Quisco	III	341.581
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	El Tabo	III	346.919
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Pichilemu	III	451.959
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	San Antonio	III	363.247
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Santo Domingo	III	367.364
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Copiapó	IV	357.66
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	La Higuera	IV	112.411
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Canela	V	125.791
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Coquimbo	V	71.919
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	La Serena	V	77.773
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Navidad	V	401.026
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Ovalle	V	63.95
154	31-10-2013	-30.372	-71.501	52	6.5	Valparaíso	V	304.736
155	04-11-2013	-27.373	-70.737	40	3.5	Caldera	III	53.132
155	04-11-2013	-27.373	-70.737	40	3.5	Copiapó	IV	57.657
156	05-11-2013	-35.371	-72.937	34.4	4.3	Chanco	IV	64.39
156	05-11-2013	-35.371	-72.937	34.4	4.3	Pelluhue	IV	67.716
156	05-11-2013	-35.371	-72.937	34.4	4.3	Constitución	V	58.569
157	07-11-2013	-38.553	-74.639	38.8	4.4	Saavedra	IV	117.293

Continúa en página siguiente

Tabla A.3 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
157	07-11-2013	-38.553	-74.639	38.8	4.4	Teodoro Schmidt	IV	150.612
158	07-11-2013	-37.296	-74.347	26	5	Hualpén	II	128.653
158	07-11-2013	-37.296	-74.347	26	5	San Pedro de la Paz	II	123.57
158	07-11-2013	-37.296	-74.347	26	5	Concepción	III	128.862
158	07-11-2013	-37.296	-74.347	26	5	Lota	III	111.042
158	07-11-2013	-37.296	-74.347	26	5	Talcahuano	III	129.559
159	08-11-2013	-21.992	-70.066	69	3	Tocopilla	II	70.865
160	09-11-2013	-33.499	-72.127	45	4.7	Cartagena	II	66.701
160	09-11-2013	-33.499	-72.127	45	4.7	El Tabo	II	62.283
160	09-11-2013	-33.499	-72.127	45	4.7	El Quisco	III	60.987
160	09-11-2013	-33.499	-72.127	45	4.7	Litueche	III	89.922
160	09-11-2013	-33.499	-72.127	45	4.7	Navidad	III	71.416
160	09-11-2013	-33.499	-72.127	45	4.7	San Antonio	III	66.258
160	09-11-2013	-33.499	-72.127	45	4.7	Valparaíso	III	80.318
161	10-11-2013	-19.894	-70.045	55	4.5	Pisagua	III	66.49
161	10-11-2013	-19.894	-70.045	55	4.5	Alto Hospicio	IV	69.265
161	10-11-2013	-19.894	-70.045	55	4.5	Iquique	IV	66.937
162	10-11-2013	-34.463	-72.037	46.7	4	El Tabo	II	126.745
162	10-11-2013	-34.463	-72.037	46.7	4	Duao	II	68.676
162	10-11-2013	-34.463	-72.037	46.7	4	Iloca	II	72.345
162	10-11-2013	-34.463	-72.037	46.7	4	Pichilemu	IV	47.663
163	13-11-2013	-36.057	-73.454	7.1	3.8	Cobquecura	II	60.533
164	14-11-2013	-37.616	-73.976	43.4	4.4	Coronel	II	109.086
164	14-11-2013	-37.616	-73.976	43.4	4.4	Lota	II	102.528
164	14-11-2013	-37.616	-73.976	43.4	4.4	San Pedro de la Paz	II	123.606
164	14-11-2013	-37.616	-73.976	43.4	4.4	Concepción	III	127.35
164	14-11-2013	-37.616	-73.976	43.4	4.4	Hualpén	III	129.428
164	14-11-2013	-37.616	-73.976	43.4	4.4	Talcahuano	III	133.06
165	16-11-2013	-35.271	-72.445	1.5	3.8	Chanco	II	52.066
165	16-11-2013	-35.271	-72.445	1.5	3.8	Duao	II	47.906
165	16-11-2013	-35.271	-72.445	1.5	3.8	Iloca	II	43.401
165	16-11-2013	-35.271	-72.445	1.5	3.8	Constitución	IV	7.507
166	17-11-2013	-20.529	-70.453	40	4.1	Alto Hospicio	III	61.34
166	17-11-2013	-20.529	-70.453	40	4.1	Iquique	III	60.803
167	23-11-2013	-27.45	-70.963	76.3	3.9	Copiapó	II	99.913
168	23-11-2013	-27.265	-70.891	72.7	3.6	Copiapó	III	92.937
169	25-11-2013	-36.841	-73.557	12.4	4	Concepción	III	46.85
169	25-11-2013	-36.841	-73.557	12.4	4	Coronel	III	44.285
169	25-11-2013	-36.841	-73.557	12.4	4	Hualpén	III	44.497
169	25-11-2013	-36.841	-73.557	12.4	4	Penco	III	54.009
169	25-11-2013	-36.841	-73.557	12.4	4	San Pedro de la Paz	III	41.125
169	25-11-2013	-36.841	-73.557	12.4	4	Talcahuano	III	43.398
169	25-11-2013	-36.841	-73.557	12.4	4	Tomé	III	60.897
170	26-11-2013	-34.535	-72.106	49.7	3.1	Pichilemu	III	53.395
171	29-11-2013	-33.333	-72.299	45.9	4.8	El Quisco	III	72.552
171	29-11-2013	-33.333	-72.299	45.9	4.8	San Antonio	III	83.674
171	29-11-2013	-33.333	-72.299	45.9	4.8	Valparaíso	III	82.657
172	29-11-2013	-33.315	-72.798	3.6	4.3	San Antonio	II	114.236
172	29-11-2013	-33.315	-72.798	3.6	4.3	Algarrobo	II	105.401
172	29-11-2013	-33.315	-72.798	3.6	4.3	El Tabo	II	106.26
172	29-11-2013	-33.315	-72.798	3.6	4.3	Navidad	III	112.902
172	29-11-2013	-33.315	-72.798	3.6	4.3	Valparaíso	III	112.042
173	29-11-2013	-33.382	-72.192	39.8	3.7	San Antonio	II	70.87
173	29-11-2013	-33.382	-72.192	39.8	3.7	Valparaíso	II	74.319
174	29-11-2013	-33.417	-72.267	37.5	3.8	Valparaíso	II	80.053
175	29-11-2013	-21.825	-70.268	31.1	3.1	Tocopilla	II	41.74
176	02-12-2013	-34.496	-71.978	42.3	3.4	Paredones	II	46.281
176	02-12-2013	-34.496	-71.978	42.3	3.4	Pichilemu	III	44.177
177	03-12-2013	-28.704	-71.538	49.9	4.6	Copiapó	II	197.569
177	03-12-2013	-28.704	-71.538	49.9	4.6	Freirina	III	71.587
177	03-12-2013	-28.704	-71.538	49.9	4.6	Huasco	IV	65.377
178	06-12-2013	-32.223	-71.883	34.4	4.7	El Tabo	II	142.296
178	06-12-2013	-32.223	-71.883	34.4	4.7	San Antonio	II	159.054
178	06-12-2013	-32.223	-71.883	34.4	4.7	Valparaíso	III	102.761

Continúa en página siguiente

Tabla A.3 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
178	06-12-2013	-32.223	-71.883	34.4	4.7	Zapallar	III	62.48
180	06-12-2013	-27.404	-71.001	63.2	4.1	Copiapó	II	92.64
181	07-12-2013	-33.918	-72.554	44.5	4.8	El Tabo	II	106.981
182	08-12-2013	-19.597	-70.09	76.6	4.7	Arica	II	148.402
182	08-12-2013	-19.597	-70.09	76.6	4.7	Cuya	II	91.222
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	Chanco	II	142.173
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	Lota	III	37.682
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	Cobquecura	IV	93.941
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	Concepción	IV	30.879
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	Coronel	IV	32.889
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	Hualpén	IV	31.608
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	Penco	IV	36.553
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	San Pedro de la Paz	IV	29.712
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	Talcahuano	IV	34.42
183	11-12-2013	-36.88	-73.15	29.1	4.5	Tomé	IV	44.969
184	12-12-2013	-34.875	-71.86	13.1	3.9	Pelluhue	II	128.334
184	12-12-2013	-34.875	-71.86	13.1	3.9	Duao	III	32.06
184	12-12-2013	-34.875	-71.86	13.1	3.9	Iloca	III	33.411
185	17-12-2013	-25.509	-70.521	71.5	5.3	Antofagasta	III	221.076
185	17-12-2013	-25.509	-70.521	71.5	5.3	Chañaral	IV	116.571
185	17-12-2013	-25.509	-70.521	71.5	5.3	Caldera	IV	189.908
185	17-12-2013	-25.509	-70.521	71.5	5.3	Taltal	V	72.464
185	17-12-2013	-25.509	-70.521	71.5	5.3	Copiapó	V	219.784
186	30-12-2013	-20.432	-70.156	45.3	3.7	Iquique	III	51.247
186	30-12-2013	-20.432	-70.156	45.3	3.7	Alto Hospicio	IV	49.13

Tabla A.4: Reportes de sismos de 2014.

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
1	01-01-2014	-29.987	-71.618	38.9	4	Coquimbo	III	47.808
1	01-01-2014	-29.987	-71.618	38.9	4	La Serena	III	53.545
2	02-01-2014	-32.961	-71.386	44.8	4.9	Algarrobo	III	68.814
2	02-01-2014	-32.961	-71.386	44.8	4.9	San Antonio	III	86.77
2	02-01-2014	-32.961	-71.386	44.8	4.9	Santo Domingo	III	90.496
2	02-01-2014	-32.961	-71.386	44.8	4.9	Valparaíso	IV	51.748
2	02-01-2014	-32.961	-71.386	44.8	4.9	Viña del Mar	IV	47.536
2	02-01-2014	-32.961	-71.386	44.8	4.9	Zapallar	IV	65.837
2	02-01-2014	-32.961	-71.386	44.8	4.9	Papudo	V	66.977
3	03-01-2014	-20.687	-70.795	26.1	5.3	Alto Hospicio	V	89.635
3	03-01-2014	-20.687	-70.795	26.1	5.3	Iquique	V	87.801
4	04-01-2014	-33.758	-72.261	35.8	4	San Antonio	III	71.763
5	05-01-2014	-32.828	-71.329	45.1	4.3	Algarrobo	II	81.411
5	05-01-2014	-32.828	-71.329	45.1	4.3	El Tabo	II	88.436
5	05-01-2014	-32.828	-71.329	45.1	4.3	Valparaíso	IV	59.568
5	05-01-2014	-32.828	-71.329	45.1	4.3	Viña del Mar	IV	54.019
5	05-01-2014	-32.828	-71.329	45.1	4.3	Zapallar	IV	57.268
6	05-01-2014	-20.623	-70.572	19.9	4.1	Alto Hospicio	II	65.807
6	05-01-2014	-20.623	-70.572	19.9	4.1	Iquique	II	64.991
7	05-01-2014	-32.665	-71.667	22.8	3.3	Zapallar	III	32.978
8	06-01-2014	-20.781	-70.667	24.1	4.9	Iquique	IV	85.092
8	06-01-2014	-20.781	-70.667	24.1	4.9	Alto Hospicio	IV	85.292
9	06-01-2014	-20.772	-70.724	30.4	4.6	Alto Hospicio	II	90.756
9	06-01-2014	-20.772	-70.724	30.4	4.6	Iquique	II	90.081
10	08-01-2014	-20.774	-70.678	30.2	5.8	Arica	II	260.51
10	08-01-2014	-20.774	-70.678	30.2	5.8	Cuya	III	189.523
10	08-01-2014	-20.774	-70.678	30.2	5.8	Pisagua	III	142.518
10	08-01-2014	-20.774	-70.678	30.2	5.8	Alto Hospicio	IV	87.484
10	08-01-2014	-20.774	-70.678	30.2	5.8	Iquique	IV	87.154
11	08-01-2014	-20.632	-70.554	30.8	3.9	Alto Hospicio	II	69.165
11	08-01-2014	-20.632	-70.554	30.8	3.9	Iquique	II	68.65
12	09-01-2014	-33.631	-71.964	47.7	4.3	Navidad	II	59.602
12	09-01-2014	-33.631	-71.964	47.7	4.3	El Tabo	III	58.657
12	09-01-2014	-33.631	-71.964	47.7	4.3	Valparaíso	III	84.643
12	09-01-2014	-33.631	-71.964	47.7	4.3	Santo Domingo	III	56.818
13	12-01-2014	-20.244	-70.1	72.6	3.9	Pisagua	II	102.762
13	12-01-2014	-20.244	-70.1	72.6	3.9	Alto Hospicio	III	72.651
13	12-01-2014	-20.244	-70.1	72.6	3.9	Iquique	III	72.998
14	18-01-2014	-20.283	-70.101	69.4	3.7	Alto Hospicio	III	69.421
14	18-01-2014	-20.283	-70.101	69.4	3.7	Iquique	III	70.127
15	27-01-2014	-30.163	-71.536	30	4	Coquimbo	II	42.951
15	27-01-2014	-30.163	-71.536	30	4	La Serena	II	50.168
16	28-01-2014	-36.876	-73.497	11.8	3.2	Concepción	II	41.803
16	28-01-2014	-36.876	-73.497	11.8	3.2	Hualpén	II	40.09
16	28-01-2014	-36.876	-73.497	11.8	3.2	Penco	II	49.915
16	28-01-2014	-36.876	-73.497	11.8	3.2	San Pedro de la Paz	II	36.164
18	30-01-2014	-32.118	-71.786	25.7	4.9	San Antonio	II	167.711
18	30-01-2014	-32.118	-71.786	25.7	4.9	Valparaíso	III	109.666
18	30-01-2014	-32.118	-71.786	25.7	4.9	Zapallar	IV	60.788
19	31-01-2014	-33.655	-71.981	25.1	4	San Antonio	II	42.495
19	31-01-2014	-33.655	-71.981	25.1	4	Valparaíso	III	77.21
20	04-02-2014	-33.788	-72.239	23.6	4.3	Navidad	IV	47.181
21	10-02-2014	-38.413	-73.883	52.7	5.6	Mehuín	II	138.378
21	10-02-2014	-38.413	-73.883	52.7	5.6	Saavedra	III	78.991
21	10-02-2014	-38.413	-73.883	52.7	5.6	Carahue	IV	87.652
21	10-02-2014	-38.413	-73.883	52.7	5.6	Toltén	IV	118.303
22	16-02-2014	-31.712	-71.802	32.4	4.9	Algarrobo	II	187.49
22	16-02-2014	-31.712	-71.802	32.4	4.9	Santo Domingo	II	217.317
22	16-02-2014	-31.712	-71.802	32.4	4.9	Canela	III	58.06
22	16-02-2014	-31.712	-71.802	32.4	4.9	Valparaíso	III	155.094
22	16-02-2014	-31.712	-71.802	32.4	4.9	Viña del Mar	III	152.689
22	16-02-2014	-31.712	-71.802	32.4	4.9	Zapallar	IV	101.98

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

Nº	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
23	16-02-2014	-31.718	-71.81	20.1	4	Algarrobo	II	185.15
23	16-02-2014	-31.718	-71.81	20.1	4	Santo Domingo	II	215.22
23	16-02-2014	-31.718	-71.81	20.1	4	Valparaíso	II	152.42
24	23-02-2014	-32.427	-71.35	62.4	3.9	Puchuncaví	III	71.369
24	23-02-2014	-32.427	-71.35	62.4	3.9	Zapallar	III	64.449
25	28-02-2014	-33.1	-72.02	30	4.1	Zapallar	III	86.951
26	28-02-2014	-33.093	-72.019	18.7	3	Algarrobo	II	48.522
27	03-03-2014	-33.056	-71.94	31.7	4.8	Zapallar	III	79.709
27	03-03-2014	-33.056	-71.94	31.7	4.8	Algarrobo	IV	53.385
27	03-03-2014	-33.056	-71.94	31.7	4.8	El Quisco	IV	54.505
27	03-03-2014	-33.056	-71.94	31.7	4.8	El Tabo	IV	59.787
27	03-03-2014	-33.056	-71.94	31.7	4.8	San Antonio	IV	74.664
27	03-03-2014	-33.056	-71.94	31.7	4.8	Santo Domingo	IV	77.547
27	03-03-2014	-33.056	-71.94	31.7	4.8	Valparaíso	IV	42.74
27	03-03-2014	-33.056	-71.94	31.7	4.8	Viña del Mar	IV	49.536
28	03-03-2014	-27.939	-71.141	57	4.5	Copiapó	III	117.919
28	03-03-2014	-27.939	-71.141	57	4.5	Huasco	III	80.873
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Duao	II	149.758
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Iloca	II	154.51
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Zapallar	III	137.492
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Constitución	III	199.083
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	San Javier	III	226.576
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Cobquecura	III	291.761
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Concepción	III	372.562
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Hualpén	III	367.983
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Talcahuano	III	361.782
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Paredones	IV	123.461
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Pichilemu	IV	95.209
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	El Quisco	V	56.582
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	San Antonio	V	56.379
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Santo Domingo	V	55.547
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Valparaíso	V	82.181
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Viña del Mar	V	89.479
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Litueche	V	74.956
29	04-03-2014	-33.612	-72.033	41.1	5.4	Navidad	VI	57.52
30	04-03-2014	-33.63	-71.895	18.5	4.2	Valparaíso	III	69.74
30	04-03-2014	-33.63	-71.895	18.5	4.2	Viña del Mar	III	76.762
31	04-03-2014	-33.615	-71.909	40.2	4.3	Algarrobo	III	53.693
31	04-03-2014	-33.615	-71.909	40.2	4.3	El Quisco	III	50.648
31	04-03-2014	-33.615	-71.909	40.2	4.3	San Antonio	III	48.495
31	04-03-2014	-33.615	-71.909	40.2	4.3	Santo Domingo	III	47.813
31	04-03-2014	-33.615	-71.909	40.2	4.3	Valparaíso	III	77.435
31	04-03-2014	-33.615	-71.909	40.2	4.3	Viña del Mar	III	83.885
32	04-03-2014	-33.596	-71.954	31	3.8	San Antonio	II	44.018
32	04-03-2014	-33.596	-71.954	31	3.8	Valparaíso	II	72.939
33	04-03-2014	-33.69	-71.979	35.1	3.4	San Antonio	II	49.576
33	04-03-2014	-33.69	-71.979	35.1	3.4	Santo Domingo	II	48.025
34	05-03-2014	-22.451	-69.977	50.9	4.7	Antofagasta	III	147.586
34	05-03-2014	-22.451	-69.977	50.9	4.7	Mejillones	III	100.833
34	05-03-2014	-22.451	-69.977	50.9	4.7	Tocopilla	V	70.327
36	09-03-2014	-32.243	-71.587	25.4	4.5	Algarrobo	II	127.894
36	09-03-2014	-32.243	-71.587	25.4	4.5	El Tabo	II	136.947
36	09-03-2014	-32.243	-71.587	25.4	4.5	San Antonio	II	153.207
36	09-03-2014	-32.243	-71.587	25.4	4.5	Valparaíso	II	95.277
36	09-03-2014	-32.243	-71.587	25.4	4.5	Zapallar	III	42.598
37	11-03-2014	-26.372	-70.928	44	3.6	Copiapó	II	133.737
38	11-03-2014	-25.153	-70.236	47.8	4.3	Copiapó	II	251.184
38	11-03-2014	-25.153	-70.236	47.8	4.3	Taltal	III	61.024
39	12-03-2014	-28.751	-71.296	55	4.5	Copiapó	II	189.762
39	12-03-2014	-28.751	-71.296	55	4.5	Freirina	II	65.623
41	14-03-2014	-32.077	-71.549	72.4	4.6	El Tabo	II	169.483
41	14-03-2014	-32.077	-71.549	72.4	4.6	Los Vilos	II	75.094
41	14-03-2014	-32.077	-71.549	72.4	4.6	Santo Domingo	II	188.302
41	14-03-2014	-32.077	-71.549	72.4	4.6	Canela	III	104.925

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
41	14-03-2014	-32.077	-71.549	72.4	4.6	Zapallar	III	88.758
42	15-03-2014	-21.32	-69.891	53.6	4.5	Alto Hospicio	II	130.703
42	15-03-2014	-21.32	-69.891	53.6	4.5	Iquique	II	137.02
42	15-03-2014	-21.32	-69.891	53.6	4.5	Tocopilla	IV	103.968
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Concepción	II	290.13
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	El Quisco	II	127.633
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	El Tabo	II	122.675
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	San Antonio	II	107.931
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	San Pedro de la Paz	II	292.574
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Zapallar	II	222.363
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Chanco	III	162.316
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Cobquecura	III	210.904
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Bucalemu	IV	53.794
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Litueche	IV	59.773
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Navidad	IV	74.898
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Paredones	IV	50.037
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Pelluhue	IV	175.823
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Pichilemu	IV	49.806
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Constitución	V	120.479
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Duao	V	74.609
43	15-03-2014	-34.472	-71.784	44.6	5.2	Iloca	V	78.123
44	16-03-2014	-19.965	-70.814	20.6	6.7	Alto Hospicio	VI	66.147
44	16-03-2014	-19.965	-70.814	20.6	6.7	Arica	VI	161.032
44	16-03-2014	-19.965	-70.814	20.6	6.7	Iquique	VI	58.678
45	16-03-2014	-19.987	-70.747	22.7	4.5	Alto Hospicio	II	77.437
45	16-03-2014	-19.987	-70.747	22.7	4.5	Cuya	II	111.981
45	16-03-2014	-19.987	-70.747	22.7	4.5	Iquique	II	69.621
46	16-03-2014	-19.967	-70.863	35.1	4.8	Arica	II	179.297
46	16-03-2014	-19.967	-70.863	35.1	4.8	Cuya	III	120.207
46	16-03-2014	-19.967	-70.863	35.1	4.8	Alto Hospicio	III	92.911
46	16-03-2014	-19.967	-70.863	35.1	4.8	Iquique	III	85.446
47	17-03-2014	-19.995	-70.746	35	4.5	Alto Hospicio	II	81.468
47	17-03-2014	-19.995	-70.746	35	4.5	Iquique	II	74.156
47	17-03-2014	-19.995	-70.746	35	4.5	Pisagua	II	78.92
48	17-03-2014	-19.928	-70.944	28.3	6.3	Arica	II	177.057
48	17-03-2014	-19.928	-70.944	28.3	6.3	Alto Hospicio	III	99.631
48	17-03-2014	-19.928	-70.944	28.3	6.3	Cuya	III	120.625
48	17-03-2014	-19.928	-70.944	28.3	6.3	Iquique	III	91.848
49	17-03-2014	-19.994	-70.885	36.2	5.1	Arica	II	183.043
49	17-03-2014	-19.994	-70.885	36.2	5.1	Alto Hospicio	III	94.271
49	17-03-2014	-19.994	-70.885	36.2	5.1	Cuya	III	124.148
49	17-03-2014	-19.994	-70.885	36.2	5.1	Iquique	III	86.949
50	17-03-2014	-19.961	-70.708	21.6	5.2	Arica	II	171.889
50	17-03-2014	-19.961	-70.708	21.6	5.2	Alto Hospicio	III	74.883
50	17-03-2014	-19.961	-70.708	21.6	5.2	Cuya	III	107.221
50	17-03-2014	-19.961	-70.708	21.6	5.2	Iquique	III	66.916
51	17-03-2014	-19.844	-70.761	42.3	4.7	Alto Hospicio	II	93.395
51	17-03-2014	-19.844	-70.761	42.3	4.7	Arica	II	164.994
51	17-03-2014	-19.844	-70.761	42.3	4.7	Cuya	II	106.379
51	17-03-2014	-19.844	-70.761	42.3	4.7	Iquique	II	85.865
52	17-03-2014	-19.889	-70.892	35.5	5.1	Alto Hospicio	III	99.05
52	17-03-2014	-19.889	-70.892	35.5	5.1	Iquique	III	91.33
52	17-03-2014	-19.889	-70.892	35.5	5.1	Pisagua	III	85.422
53	17-03-2014	-20.035	-70.768	22	4.9	Alto Hospicio	II	77.184
53	17-03-2014	-20.035	-70.768	22	4.9	Arica	II	181.432
53	17-03-2014	-20.035	-70.768	22	4.9	Iquique	II	69.574
53	17-03-2014	-20.035	-70.768	22	4.9	Pisagua	II	78.477
54	18-03-2014	-19.777	-70.94	43.1	4.1	Alto Hospicio	II	111.679
54	18-03-2014	-19.777	-70.94	43.1	4.1	Iquique	II	103.901
55	18-03-2014	-20.103	-70.812	37.7	4.8	Arica	II	192.361
55	18-03-2014	-20.103	-70.812	37.7	4.8	Alto Hospicio	III	84.943
55	18-03-2014	-20.103	-70.812	37.7	4.8	Iquique	III	78.265
55	18-03-2014	-20.103	-70.812	37.7	4.8	Cuya	IV	129.791
55	18-03-2014	-20.103	-70.812	37.7	4.8	Pisagua	IV	91.857

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
56	18-03-2014	-20.148	-70.983	42.8	4.9	Alto Hospicio	III	102.094
56	18-03-2014	-20.148	-70.983	42.8	4.9	Arica	III	203.606
56	18-03-2014	-20.148	-70.983	42.8	4.9	Iquique	III	95.708
56	18-03-2014	-20.148	-70.983	42.8	4.9	Cuya	IV	145.025
57	18-03-2014	-19.425	-71.039	39.9	4.2	Arica	II	136.39
57	18-03-2014	-19.425	-71.039	39.9	4.2	Cuya	II	103.087
58	18-03-2014	-19.958	-70.944	38.1	5.8	Alto Hospicio	IV	101.656
58	18-03-2014	-19.958	-70.944	38.1	5.8	Arica	IV	181.908
58	18-03-2014	-19.958	-70.944	38.1	5.8	Iquique	IV	94.243
58	18-03-2014	-19.958	-70.944	38.1	5.8	Cuya	V	125.627
59	18-03-2014	-20.023	-70.835	22.1	5.1	Arica	III	182.157
59	18-03-2014	-20.023	-70.835	22.1	5.1	Cuya	IV	120.211
60	20-03-2014	-19.878	-70.846	42.9	4.1	Alto Hospicio	II	98.63
60	20-03-2014	-19.878	-70.846	42.9	4.1	Iquique	III	91.139
61	20-03-2014	-37.962	-74.396	5.1	4.5	Arauco	II	123.946
61	20-03-2014	-37.962	-74.396	5.1	4.5	Lebu	II	76.209
61	20-03-2014	-37.962	-74.396	5.1	4.5	Tirúa	III	88.794
61	20-03-2014	-37.962	-74.396	5.1	4.5	Carahue	III	135.249
61	20-03-2014	-37.962	-74.396	5.1	4.5	Saavedra	III	126.231
62	21-03-2014	-21.953	-70.388	28.9	3.7	Tocopilla	IV	37.05
63	22-03-2014	-19.863	-71.384	31.8	5.8	Alto Hospicio	V	144.668
63	22-03-2014	-19.863	-71.384	31.8	5.8	Arica	V	193.758
63	22-03-2014	-19.863	-71.384	31.8	5.8	Cuya	V	152.057
63	22-03-2014	-19.863	-71.384	31.8	5.8	Iquique	V	136.976
63	22-03-2014	-19.863	-71.384	31.8	5.8	Pisagua	V	129.697
64	22-03-2014	-19.767	-70.849	13.9	5.2	Alto Hospicio	IV	96.743
64	22-03-2014	-19.767	-70.849	13.9	5.2	Iquique	IV	88.276
64	22-03-2014	-19.767	-70.849	13.9	5.2	Pisagua	IV	70.192
64	22-03-2014	-19.767	-70.849	13.9	5.2	Arica	V	155.064
64	22-03-2014	-19.767	-70.849	13.9	5.2	Cuya	V	98.51
65	22-03-2014	-19.808	-71.01	41.7	4.4	Arica	III	170.632
66	22-03-2014	-19.756	-70.985	42.8	5.2	Cuya	III	115.718
66	22-03-2014	-19.756	-70.985	42.8	5.2	Alto Hospicio	IV	116.416
66	22-03-2014	-19.756	-70.985	42.8	5.2	Iquique	IV	108.575
66	22-03-2014	-19.756	-70.985	42.8	5.2	Arica	V	164.765
67	22-03-2014	-19.806	-70.826	39.7	4.5	Arica	II	162.568
67	22-03-2014	-19.806	-70.826	39.7	4.5	Cuya	II	106.573
67	22-03-2014	-19.806	-70.826	39.7	4.5	Alto Hospicio	II	99.532
67	22-03-2014	-19.806	-70.826	39.7	4.5	Iquique	II	91.765
67	22-03-2014	-19.806	-70.826	39.7	4.5	Pisagua	II	78.584
68	22-03-2014	-19.737	-70.904	40.1	4.1	Alto Hospicio	III	109.943
68	22-03-2014	-19.737	-70.904	40.1	4.1	Iquique	III	102.022
68	22-03-2014	-19.737	-70.904	40.1	4.1	Pisagua	III	83.825
69	22-03-2014	-19.793	-70.837	41.3	4.3	Alto Hospicio	III	101.797
69	22-03-2014	-19.793	-70.837	41.3	4.3	Iquique	III	94.049
69	22-03-2014	-19.793	-70.837	41.3	4.3	Pisagua	III	79.935
70	22-03-2014	-19.717	-70.965	19.2	4.5	Arica	II	155.478
71	22-03-2014	-19.694	-70.973	41	4.7	Alto Hospicio	II	118.364
71	22-03-2014	-19.694	-70.973	41	4.7	Iquique	II	110.377
71	22-03-2014	-19.694	-70.973	41	4.7	Pisagua	II	89.846
71	22-03-2014	-19.694	-70.973	41	4.7	Arica	III	157.801
71	22-03-2014	-19.694	-70.973	41	4.7	Cuya	IV	110.285
73	23-03-2014	-19.974	-70.943	33.8	6.2	Arica	V	182.642
73	23-03-2014	-19.974	-70.943	33.8	6.2	Alto Hospicio	VI	99.428
73	23-03-2014	-19.974	-70.943	33.8	6.2	Cuya	VI	125.599
73	23-03-2014	-19.974	-70.943	33.8	6.2	Iquique	VI	91.953
73	23-03-2014	-19.974	-70.943	33.8	6.2	Pisagua	VI	93.053
74	23-03-2014	-19.734	-70.678	41.9	4.2	Alto Hospicio	II	94.244
74	23-03-2014	-19.734	-70.678	41.9	4.2	Arica	II	151.208
74	23-03-2014	-19.734	-70.678	41.9	4.2	Iquique	II	86.63
74	23-03-2014	-19.734	-70.678	41.9	4.2	Cuya	III	92.639
75	23-03-2014	-19.844	-70.896	43.3	4.9	Arica	III	169.837
75	23-03-2014	-19.844	-70.896	43.3	4.9	Cuya	III	115.469
76	23-03-2014	-19.685	-70.668	43.1	4.5	Arica	III	146.245

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
77	23-03-2014	-19.761	-70.747	42.3	4.8	Arica	III	156.068
77	23-03-2014	-19.761	-70.747	42.3	4.8	Cuya	III	99.093
77	23-03-2014	-19.761	-70.747	42.3	4.8	Pisagua	III	72.088
77	23-03-2014	-19.761	-70.747	42.3	4.8	Alto Hospicio	IV	97.385
77	23-03-2014	-19.761	-70.747	42.3	4.8	Iquique	IV	89.708
78	23-03-2014	-32.682	-71.516	34.3	3.7	El Tabo	II	93.188
78	23-03-2014	-32.682	-71.516	34.3	3.7	San Antonio	II	108.204
78	23-03-2014	-32.682	-71.516	34.3	3.7	Valparaíso	III	55.973
78	23-03-2014	-32.682	-71.516	34.3	3.7	Viña del Mar	III	52.017
78	23-03-2014	-32.682	-71.516	34.3	3.7	Zapallar	III	38.376
79	24-03-2014	-19.641	-70.691	42	3.8	Alto Hospicio	II	101.958
79	24-03-2014	-19.641	-70.691	42	3.8	Iquique	II	94.247
79	24-03-2014	-19.641	-70.691	42	3.8	Pisagua	II	65.231
80	24-03-2014	-19.846	-70.828	40.6	5.4	Alto Hospicio	IV	97.831
80	24-03-2014	-19.846	-70.828	40.6	5.4	Arica	IV	166.919
80	24-03-2014	-19.846	-70.828	40.6	5.4	Cuya	IV	110.08
80	24-03-2014	-19.846	-70.828	40.6	5.4	Iquique	IV	90.183
80	24-03-2014	-19.846	-70.828	40.6	5.4	Pisagua	IV	80.608
81	24-03-2014	-19.796	-70.808	42.1	5.1	Pisagua	II	78.006
81	24-03-2014	-19.796	-70.808	42.1	5.1	Cuya	III	105.558
81	24-03-2014	-19.796	-70.808	42.1	5.1	Alto Hospicio	IV	99.693
81	24-03-2014	-19.796	-70.808	42.1	5.1	Iquique	IV	92.002
82	24-03-2014	-19.822	-70.868	41.1	5.3	Cuya	IV	111.12
82	24-03-2014	-19.822	-70.868	41.1	5.3	Alto Hospicio	V	102.571
82	24-03-2014	-19.822	-70.868	41.1	5.3	Arica	V	166.034
82	24-03-2014	-19.822	-70.868	41.1	5.3	Iquique	V	94.86
82	24-03-2014	-19.822	-70.868	41.1	5.3	Pisagua	V	83.392
83	24-03-2014	-19.782	-70.795	42.7	4.7	Arica	II	159.847
83	24-03-2014	-19.782	-70.795	42.7	4.7	Iquique	III	92.107
83	24-03-2014	-19.782	-70.795	42.7	4.7	Cuya	III	103.91
83	24-03-2014	-19.782	-70.795	42.7	4.7	Alto Hospicio	III	99.791
84	24-03-2014	-25.297	-70.728	34.6	4.8	Taltal	III	44.074
84	24-03-2014	-25.297	-70.728	34.6	4.8	Copiapó	III	236.594
85	24-03-2014	-19.594	-70.791	43	5.5	Alto Hospicio	III	112.393
85	24-03-2014	-19.594	-70.791	43	5.5	Iquique	III	104.52
85	24-03-2014	-19.594	-70.791	43	5.5	Arica	IV	141.015
85	24-03-2014	-19.594	-70.791	43	5.5	Pisagua	IV	73.98
85	24-03-2014	-19.594	-70.791	43	5.5	Cuya	V	91.179
86	24-03-2014	-19.597	-70.722	43.3	4.3	Arica	II	138.99
86	24-03-2014	-19.597	-70.722	43.3	4.3	Cuya	II	86.561
87	24-03-2014	-19.621	-70.743	43.4	4.9	Alto Hospicio	III	107.369
87	24-03-2014	-19.621	-70.743	43.4	4.9	Cuya	III	89.579
87	24-03-2014	-19.621	-70.743	43.4	4.9	Iquique	III	99.597
87	24-03-2014	-19.621	-70.743	43.4	4.9	Arica	IV	142.112
87	24-03-2014	-19.621	-70.743	43.4	4.9	Pisagua	IV	70.224
88	24-03-2014	-28.025	-71.282	5	5	Copiapó	III	120.154
89	24-03-2014	-19.558	-70.708	43.4	4.7	Alto Hospicio	II	110.061
89	24-03-2014	-19.558	-70.708	43.4	4.7	Iquique	II	102.334
89	24-03-2014	-19.558	-70.708	43.4	4.7	Pisagua	II	67.509
89	24-03-2014	-19.558	-70.708	43.4	4.7	Arica	III	134.675
89	24-03-2014	-19.558	-70.708	43.4	4.7	Cuya	III	83.266
90	24-03-2014	-19.784	-70.821	40.9	5.2	Alto Hospicio	III	100.913
90	24-03-2014	-19.784	-70.821	40.9	5.2	Arica	III	160.466
90	24-03-2014	-19.784	-70.821	40.9	5.2	Iquique	III	93.147
90	24-03-2014	-19.784	-70.821	40.9	5.2	Pisagua	III	78.101
90	24-03-2014	-19.784	-70.821	40.9	5.2	Cuya	IV	105.061
91	24-03-2014	-19.523	-70.772	43.4	4.2	Alto Hospicio	II	116.773
91	24-03-2014	-19.523	-70.772	43.4	4.2	Iquique	II	108.921
91	24-03-2014	-19.523	-70.772	43.4	4.2	Cuya	III	86
92	25-03-2014	-19.625	-70.739	43.7	4.6	Cuya	II	89.704
92	25-03-2014	-19.625	-70.739	43.7	4.6	Pisagua	II	70.097
92	25-03-2014	-19.625	-70.739	43.7	4.6	Arica	III	142.471
93	25-03-2014	-26.405	-70.742	65.2	4.5	Copiapó	IV	132.286
94	25-03-2014	-26.445	-70.895	65.1	4.3	Copiapó	II	134.404

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
94	25-03-2014	-26.445	-70.895	65.1	4.3	Chañaral	III	72.518
95	25-03-2014	-26.444	-71.052	55.1	3.5	Copiapó	II	137.537
95	25-03-2014	-26.444	-71.052	55.1	3.5	Chañaral	IV	72.252
96	25-03-2014	-19.601	-70.743	39.9	4.2	Arica	II	139.074
96	25-03-2014	-19.601	-70.743	39.9	4.2	Cuya	II	86.659
96	25-03-2014	-19.601	-70.743	39.9	4.2	Alto Hospicio	II	107.53
96	25-03-2014	-19.601	-70.743	39.9	4.2	Iquique	II	99.643
96	25-03-2014	-19.601	-70.743	39.9	4.2	Pisagua	II	68.079
98	26-03-2014	-20.052	-70.779	22.6	4.3	Iquique	III	70.282
98	26-03-2014	-20.052	-70.779	22.6	4.3	Alto Hospicio	III	77.78
99	27-03-2014	-34.867	-72.037	30.2	3.8	Constitución	II	69.288
100	28-03-2014	-19.668	-70.785	39.6	4.3	Alto Hospicio	III	105.314
100	28-03-2014	-19.668	-70.785	39.6	4.3	Iquique	III	97.393
101	29-03-2014	-20.029	-70.798	33.4	3.7	Alto Hospicio	II	84.075
101	29-03-2014	-20.029	-70.798	33.4	3.7	Iquique	II	76.835
102	29-03-2014	-19.78	-70.406	35.4	4.1	Alto Hospicio	II	72.079
102	29-03-2014	-19.78	-70.406	35.4	4.1	Iquique	II	65.151
102	29-03-2014	-19.78	-70.406	35.4	4.1	Pisagua	II	45.245
103	29-03-2014	-19.699	-70.722	41.4	4.5	Arica	III	148.733
103	29-03-2014	-19.699	-70.722	41.4	4.5	Cuya	IV	92.539
104	01-04-2014	-22.3	-70.201	24.6	2.8	Tocopilla	II	35.748
105	01-04-2014	-19.572	-70.908	38.9	8.2	Antofagasta	III	352.93
105	01-04-2014	-19.572	-70.908	38.9	8.2	Mejillones	V	293.851
105	01-04-2014	-19.572	-70.908	38.9	8.2	Tocopilla	VI	185.68
105	01-04-2014	-19.572	-70.908	38.9	8.2	Alto Hospicio	VII	65.953
105	01-04-2014	-19.572	-70.908	38.9	8.2	Iquique	VII	63.408
105	01-04-2014	-19.572	-70.908	38.9	8.2	Arica	VIII	60.764
105	01-04-2014	-19.572	-70.908	38.9	8.2	Cuya	VIII	67.401
106	02-04-2014	-20.134	-70.792	38.6	5.7	Arica	II	195.238
106	02-04-2014	-20.134	-70.792	38.6	5.7	Alto Hospicio	IV	82.847
106	02-04-2014	-20.134	-70.792	38.6	5.7	Cuya	IV	131.818
106	02-04-2014	-20.134	-70.792	38.6	5.7	Iquique	IV	76.421
107	02-04-2014	-20.143	-70.088	42.5	4.2	Arica	II	191.957
107	02-04-2014	-20.143	-70.088	42.5	4.2	Alto Hospicio	IV	44.755
107	02-04-2014	-20.143	-70.088	42.5	4.2	Cuya	IV	117.778
107	02-04-2014	-20.143	-70.088	42.5	4.2	Iquique	IV	44.071
108	02-04-2014	-19.762	-71.066	38.3	5.1	Arica	II	168.072
108	02-04-2014	-19.762	-71.066	38.3	5.1	Cuya	IV	120.934
109	02-04-2014	-19.295	-70.726	38.1	4.6	Arica	II	108.014
109	02-04-2014	-19.295	-70.726	38.1	4.6	Cuya	IV	70.591
110	02-04-2014	-19.891	-70.821	37.2	4.7	Arica	III	170.505
110	02-04-2014	-19.891	-70.821	37.2	4.7	Cuya	III	111.994
111	02-04-2014	-20.148	-70.103	45.7	4.6	Cuya	III	119.367
111	02-04-2014	-20.148	-70.103	45.7	4.6	Iquique	IV	46.821
111	02-04-2014	-20.148	-70.103	45.7	4.6	Alto Hospicio	IV	47.613
112	02-04-2014	-19.993	-71.024	39.4	5.2	Alto Hospicio	III	108.239
112	02-04-2014	-19.993	-71.024	39.4	5.2	Iquique	III	100.995
112	02-04-2014	-19.993	-71.024	39.4	5.2	Arica	IV	188.881
112	02-04-2014	-19.993	-71.024	39.4	5.2	Cuya	IV	134.185
113	02-04-2014	-20.007	-71.078	35.6	4.8	Arica	III	191.83
114	02-04-2014	-19.8	-70.296	43.6	4.3	Iquique	III	65.099
114	02-04-2014	-19.8	-70.296	43.6	4.3	Alto Hospicio	III	70.811
114	02-04-2014	-19.8	-70.296	43.6	4.3	Cuya	III	84.425
115	02-04-2014	-19.893	-70.079	49.7	4.4	Cuya	IV	96.116
115	02-04-2014	-19.893	-70.079	49.7	4.4	Alto Hospicio	IV	64.962
115	02-04-2014	-19.893	-70.079	49.7	4.4	Iquique	IV	62.094
115	02-04-2014	-19.893	-70.079	49.7	4.4	Pisagua	IV	61.18
116	02-04-2014	-20.147	-70.38	40.7	4.4	Cuya	IV	119.048
116	02-04-2014	-20.147	-70.38	40.7	4.4	Alto Hospicio	IV	51.607
116	02-04-2014	-20.147	-70.38	40.7	4.4	Iquique	IV	47.037
116	02-04-2014	-20.147	-70.38	40.7	4.4	Pisagua	IV	75.203
117	02-04-2014	-19.949	-70.897	40.9	4.5	Alto Hospicio	III	98.935
117	02-04-2014	-19.949	-70.897	40.9	4.5	Iquique	III	91.585
118	02-04-2014	-20.41	-70.552	30.6	3.9	Cuya	II	147.734

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
118	02-04-2014	-20.41	-70.552	30.6	3.9	Alto Hospicio	III	57.993
118	02-04-2014	-20.41	-70.552	30.6	3.9	Iquique	III	54.894
119	02-04-2014	-19.75	-70.967	37.4	5.1	Arica	II	162.052
119	02-04-2014	-19.75	-70.967	37.4	5.1	Alto Hospicio	III	113.373
119	02-04-2014	-19.75	-70.967	37.4	5.1	Iquique	III	105.384
120	02-04-2014	-20.314	-70.583	30.7	6.3	Mejillones	III	311.955
120	02-04-2014	-20.314	-70.583	30.7	6.3	Tocopilla	IV	201.503
120	02-04-2014	-20.314	-70.583	30.7	6.3	Arica	V	208.924
120	02-04-2014	-20.314	-70.583	30.7	6.3	Cuya	V	138.697
120	02-04-2014	-20.314	-70.583	30.7	6.3	Pisagua	V	93.416
120	02-04-2014	-20.314	-70.583	30.7	6.3	Alto Hospicio	VI	58.818
120	02-04-2014	-20.314	-70.583	30.7	6.3	Iquique	VI	54.28
121	02-04-2014	-20.517	-70.439	27.7	7.6	Copiapó	II	714.043
121	02-04-2014	-20.517	-70.439	27.7	7.6	Antofagasta	V	298.982
121	02-04-2014	-20.517	-70.439	27.7	7.6	Mejillones	VI	239.683
121	02-04-2014	-20.517	-70.439	27.7	7.6	Tocopilla	VII	128.359
121	02-04-2014	-20.517	-70.439	27.7	7.6	Alto Hospicio	VIII	40.333
121	02-04-2014	-20.517	-70.439	27.7	7.6	Arica	VIII	180.706
121	02-04-2014	-20.517	-70.439	27.7	7.6	Cuya	VIII	106.949
121	02-04-2014	-20.517	-70.439	27.7	7.6	Iquique	VIII	34.015
121	02-04-2014	-20.517	-70.439	27.7	7.6	Pisagua	VIII	62.061
122	03-04-2014	-19.609	-70.593	37.5	4.3	Arica	IV	134.921
123	03-04-2014	-19.751	-71	37.9	4.4	Arica	III	163.765
124	03-04-2014	-20.798	-70.651	38	6.3	Tocopilla	III	153.569
124	03-04-2014	-20.798	-70.651	38	6.3	Pisagua	IV	145.893
124	03-04-2014	-20.798	-70.651	38	6.3	Alto Hospicio	V	90.359
124	03-04-2014	-20.798	-70.651	38	6.3	Arica	V	263.749
124	03-04-2014	-20.798	-70.651	38	6.3	Iquique	V	90.408
125	03-04-2014	-20.756	-70.425	36.1	5.5	Tocopilla	II	152.136
125	03-04-2014	-20.756	-70.425	36.1	5.5	Arica	III	256.737
125	03-04-2014	-20.756	-70.425	36.1	5.5	Alto Hospicio	IV	73.263
125	03-04-2014	-20.756	-70.425	36.1	5.5	Iquique	IV	75.014
125	03-04-2014	-20.756	-70.425	36.1	5.5	Pisagua	IV	135.408
126	03-04-2014	-20.625	-70.635	30.1	4.7	Alto Hospicio	III	74.441
126	03-04-2014	-20.625	-70.635	30.1	4.7	Iquique	III	73.161
127	03-04-2014	-20.37	-70.057	48	4.3	Iquique	IV	52.211
127	03-04-2014	-20.37	-70.057	48	4.3	Alto Hospicio	IV	49.579
128	03-04-2014	-20.284	-70.468	37.1	4.8	Alto Hospicio	IV	53.069
128	03-04-2014	-20.284	-70.468	37.1	4.8	Iquique	IV	49.196
128	03-04-2014	-20.284	-70.468	37.1	4.8	Pisagua	IV	88.679
129	03-04-2014	-20.595	-70.708	28.5	5.2	Pisagua	III	125.361
129	03-04-2014	-20.595	-70.708	28.5	5.2	Alto Hospicio	IV	78.064
129	03-04-2014	-20.595	-70.708	28.5	5.2	Iquique	IV	75.953
130	03-04-2014	-20.588	-70.548	31.2	4.3	Alto Hospicio	IV	66.167
130	03-04-2014	-20.588	-70.548	31.2	4.3	Iquique	IV	65.263
130	03-04-2014	-20.588	-70.548	31.2	4.3	Pisagua	IV	119.446
131	03-04-2014	-20.64	-70.31	37.1	4.8	Alto Hospicio	IV	59.569
131	03-04-2014	-20.64	-70.31	37.1	4.8	Iquique	IV	61.776
132	03-04-2014	-19.997	-70.48	40.9	4.2	Alto Hospicio	IV	64.18
132	03-04-2014	-19.997	-70.48	40.9	4.2	Iquique	IV	57.82
132	03-04-2014	-19.997	-70.48	40.9	4.2	Cuya	IV	106.541
133	03-04-2014	-20.481	-70.457	35.8	4.6	Cuya	IV	154.123
133	03-04-2014	-20.481	-70.457	35.8	4.6	Alto Hospicio	IV	56.508
133	03-04-2014	-20.481	-70.457	35.8	4.6	Iquique	IV	55.33
134	03-04-2014	-32.53	-71.427	33.4	3.1	Zapallar	II	33.612
134	03-04-2014	-32.53	-71.427	33.4	3.1	Papudo	III	33.501
135	03-04-2014	-20.314	-70.54	29.6	4.2	Cuya	IV	137.148
135	03-04-2014	-20.314	-70.54	29.6	4.2	Alto Hospicio	IV	54.454
135	03-04-2014	-20.314	-70.54	29.6	4.2	Iquique	IV	50.1
136	03-04-2014	-20.178	-70.627	41.1	5.1	Alto Hospicio	III	69.013
136	03-04-2014	-20.178	-70.627	41.1	5.1	Iquique	III	63.385
136	03-04-2014	-20.178	-70.627	41.1	5.1	Pisagua	III	87.585
136	03-04-2014	-20.178	-70.627	41.1	5.1	Arica	IV	196.748
137	03-04-2014	-20.616	-70.566	40.2	6.1	Alto Hospicio	IV	73.682

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
137	03-04-2014	-20.616	-70.566	40.2	6.1	Iquique	IV	72.949
137	03-04-2014	-20.616	-70.566	40.2	6.1	Mejillones	IV	279.681
137	03-04-2014	-20.616	-70.566	40.2	6.1	Arica	V	243.143
137	03-04-2014	-20.616	-70.566	40.2	6.1	Cuya	V	171.835
137	03-04-2014	-20.616	-70.566	40.2	6.1	Tocopilla	V	170.723
138	04-04-2014	-22.116	-70.107	71.6	5.2	Mejillones	IV	135.527
138	04-04-2014	-22.116	-70.107	71.6	5.2	Tocopilla	VI	72.445
139	04-04-2014	-20.173	-70.505	43.4	4.8	Arica	III	194.974
139	04-04-2014	-20.173	-70.505	43.4	4.8	Cuya	V	125.569
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	Ovalle	II	236.205
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	Canela	III	148.185
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	Pichilemu	III	206.092
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	El Quisco	IV	99.195
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	Litueche	IV	171.548
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	Los Vilos	IV	97.744
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	Paredones	IV	231.646
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	San Antonio	IV	115.893
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	Valparaíso	V	68.927
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	Viña del Mar	V	62.662
140	04-04-2014	-32.669	-71.295	42.3	5.7	Zapallar	VI	47.735
141	05-04-2014	-20.604	-70.67	18.5	4.7	Cuya	III	169.774
141	05-04-2014	-20.604	-70.67	18.5	4.7	Alto Hospicio	III	72.214
141	05-04-2014	-20.604	-70.67	18.5	4.7	Iquique	III	70.372
142	05-04-2014	-20.161	-70.538	43.2	5.4	Arica	II	194.024
142	05-04-2014	-20.161	-70.538	43.2	5.4	Cuya	III	125.297
142	05-04-2014	-20.161	-70.538	43.2	5.4	Pisagua	III	83.039
142	05-04-2014	-20.161	-70.538	43.2	5.4	Alto Hospicio	IV	63.672
142	05-04-2014	-20.161	-70.538	43.2	5.4	Iquique	IV	58.375
143	05-04-2014	-20.273	-70.216	40.5	4.1	Cuya	III	130.408
143	05-04-2014	-20.273	-70.216	40.5	4.1	Alto Hospicio	IV	42.13
143	05-04-2014	-20.273	-70.216	40.5	4.1	Iquique	IV	41.295
144	05-04-2014	-19.918	-70.847	29.2	4.7	Arica	III	172.614
144	05-04-2014	-19.918	-70.847	29.2	4.7	Cuya	III	113.506
145	05-04-2014	-20.279	-70.03	52.4	4.3	Pisagua	II	94.032
145	05-04-2014	-20.279	-70.03	52.4	4.3	Alto Hospicio	III	52.996
145	05-04-2014	-20.279	-70.03	52.4	4.3	Iquique	III	54.755
146	05-04-2014	-19.872	-70.225	45.2	4.5	Arica	II	162.219
146	05-04-2014	-19.872	-70.225	45.2	4.5	Cuya	III	91.37
146	05-04-2014	-19.872	-70.225	45.2	4.5	Pisagua	III	54.411
146	05-04-2014	-19.872	-70.225	45.2	4.5	Alto Hospicio	V	64.372
146	05-04-2014	-19.872	-70.225	45.2	4.5	Iquique	V	59.622
147	06-04-2014	-20.734	-70.645	28.7	4.6	Cuya	II	184.126
148	06-04-2014	-20.06	-70.504	25.1	3.7	Alto Hospicio	III	53.894
148	06-04-2014	-20.06	-70.504	25.1	3.7	Iquique	III	46.647
148	06-04-2014	-20.06	-70.504	25.1	3.7	Pisagua	III	64.462
149	06-04-2014	-20.414	-70.983	45.1	5	Alto Hospicio	IV	103.425
149	06-04-2014	-20.414	-70.983	45.1	5	Iquique	IV	98.851
150	06-04-2014	-20.175	-70.36	38.8	4	Pisagua	III	76.332
150	06-04-2014	-20.175	-70.36	38.8	4	Alto Hospicio	IV	48.189
150	06-04-2014	-20.175	-70.36	38.8	4	Iquique	IV	43.976
151	06-04-2014	-19.767	-70.488	41.6	4.4	Cuya	IV	85.722
152	07-04-2014	-22.327	-70.589	31.6	3	Tocopilla	II	58.684
153	07-04-2014	-20.131	-70.905	35.6	6.1	Arica	III	197.751
153	07-04-2014	-20.131	-70.905	35.6	6.1	Alto Hospicio	IV	92.115
153	07-04-2014	-20.131	-70.905	35.6	6.1	Iquique	IV	85.472
153	07-04-2014	-20.131	-70.905	35.6	6.1	Pisagua	IV	99.748
154	07-04-2014	-20.136	-70.9	38.4	5	Arica	II	198.628
155	07-04-2014	-20.135	-70.374	29.4	4.7	Arica	II	187.221
155	07-04-2014	-20.135	-70.374	29.4	4.7	Alto Hospicio	IV	43.282
155	07-04-2014	-20.135	-70.374	29.4	4.7	Iquique	IV	37.623
156	07-04-2014	-19.768	-70.481	39.1	5	Cuya	II	84.347
156	07-04-2014	-19.768	-70.481	39.1	5	Alto Hospicio	IV	78.571
156	07-04-2014	-19.768	-70.481	39.1	5	Iquique	IV	71.456
156	07-04-2014	-19.768	-70.481	39.1	5	Pisagua	V	51.422

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
157	08-04-2014	-19.875	-70.865	39.8	5.1	Cuya	IV	114.454
158	08-04-2014	-20.512	-70.654	30	4.6	Alto Hospicio	III	70.138
158	08-04-2014	-20.512	-70.654	30	4.6	Iquique	III	67.539
159	09-04-2014	-19.987	-70.136	44.1	4.4	Alto Hospicio	IV	54.165
159	09-04-2014	-19.987	-70.136	44.1	4.4	Iquique	IV	51.096
160	10-04-2014	-26.909	-71.123	35	4.5	Copiapó	III	100.993
160	10-04-2014	-26.909	-71.123	35	4.5	Caldera	IV	49.555
161	10-04-2014	-26.844	-71.401	42.6	4.1	Copiapó	III	129.393
161	10-04-2014	-26.844	-71.401	42.6	4.1	Caldera	IV	76.085
162	10-04-2014	-26.916	-71.016	30	4.2	Copiapó	III	90.638
162	10-04-2014	-26.916	-71.016	30	4.2	Caldera	IV	39.651
163	10-04-2014	-19.987	-71.03	38.4	5.1	Arica	III	188.329
164	10-04-2014	-20.717	-70.649	38.9	6.2	Tocopilla	III	162.06
164	10-04-2014	-20.717	-70.649	38.9	6.2	Arica	IV	255.023
164	10-04-2014	-20.717	-70.649	38.9	6.2	Cuya	V	184.319
164	10-04-2014	-20.717	-70.649	38.9	6.2	Alto Hospicio	V	85.025
164	10-04-2014	-20.717	-70.649	38.9	6.2	Iquique	V	84.488
164	10-04-2014	-20.717	-70.649	38.9	6.2	Pisagua	V	137.886
165	10-04-2014	-33.438	-72.151	37.1	5	Concón	III	90.716
165	10-04-2014	-33.438	-72.151	37.1	5	Viña del Mar	III	81.976
165	10-04-2014	-33.438	-72.151	37.1	5	Litueche	III	92.658
165	10-04-2014	-33.438	-72.151	37.1	5	Llico	III	438.926
165	10-04-2014	-33.438	-72.151	37.1	5	Algarrobo	IV	58.839
165	10-04-2014	-33.438	-72.151	37.1	5	El Quisco	IV	56.127
165	10-04-2014	-33.438	-72.151	37.1	5	San Antonio	IV	64.48
165	10-04-2014	-33.438	-72.151	37.1	5	Valparaíso	IV	73.535
165	10-04-2014	-33.438	-72.151	37.1	5	Navidad	IV	72.666
166	11-04-2014	-26.891	-70.927	32	3.6	Caldera	II	39.076
166	11-04-2014	-19.941	-70.927	39.4	5	Alto Hospicio	IV	101.297
167	11-04-2014	-19.941	-70.927	39.4	5	Iquique	IV	93.863
167	11-04-2014	-19.941	-70.927	39.4	5	Cuya	V	123.563
168	11-04-2014	-20.077	-70.5	35.5	5.4	Alto Hospicio	IV	58.445
168	11-04-2014	-20.077	-70.5	35.5	5.4	Iquique	IV	52.099
168	11-04-2014	-20.077	-70.5	35.5	5.4	Pisagua	IV	70.413
168	11-04-2014	-20.077	-70.5	35.5	5.4	Arica	V	182.88
168	11-04-2014	-20.077	-70.5	35.5	5.4	Cuya	V	113.197
169	11-04-2014	-22.247	-70.487	31.2	2.8	Tocopilla	III	47.439
170	12-04-2014	-22.041	-70.327	36.3	2.2	Mejillones	II	123.996
171	13-04-2014	-20.585	-70.713	23.6	5.2	Alto Hospicio	III	76.322
171	13-04-2014	-20.585	-70.713	23.6	5.2	Cuya	III	169.84
171	13-04-2014	-20.585	-70.713	23.6	5.2	Iquique	III	74.03
172	13-04-2014	-20.296	-70.096	44.4	3	Cuya	II	134.309
172	13-04-2014	-20.296	-70.096	44.4	3	Alto Hospicio	III	44.519
172	13-04-2014	-20.296	-70.096	44.4	3	Iquique	III	45.866
173	13-04-2014	-21.273	-69.962	58.1	2.8	Tocopilla	II	108.601
174	14-04-2014	-26.249	-70.655	51.6	3.1	Chañaral	II	52.727
175	14-04-2014	-20.726	-70.774	34.3	4.9	Alto Hospicio	IV	92.962
175	14-04-2014	-20.726	-70.774	34.3	4.9	Iquique	IV	91.621
176	14-04-2014	-20.167	-70.353	31.1	4	Alto Hospicio	III	42.009
176	14-04-2014	-20.167	-70.353	31.1	4	Iquique	III	37.092
177	14-04-2014	-18.584	-70.868	53.1	4.6	Arica	III	79.913
177	14-04-2014	-18.584	-70.868	53.1	4.6	Cuya	III	110.445
178	15-04-2014	-20.058	-70.446	42.3	4.2	Pisagua	III	70.454
178	15-04-2014	-20.058	-70.446	42.3	4.2	Alto Hospicio	IV	60.046
178	15-04-2014	-20.058	-70.446	42.3	4.2	Iquique	IV	54.34
179	15-04-2014	-20.204	-70.858	39.9	5.3	Pisagua	III	103.026
179	15-04-2014	-20.204	-70.858	39.9	5.3	Alto Hospicio	IV	88.479
179	15-04-2014	-20.204	-70.858	39.9	5.3	Iquique	IV	82.492
180	17-04-2014	-20.543	-70.872	41.8	4.2	Alto Hospicio	III	95.332
180	17-04-2014	-20.543	-70.872	41.8	4.2	Iquique	III	92.067
181	18-04-2014	-20.535	-70.381	39.2	4.2	Alto Hospicio	IV	57.003
181	18-04-2014	-20.535	-70.381	39.2	4.2	Iquique	IV	57.345
182	18-04-2014	-32.804	-71.424	35	2.9	Valparaíso	II	49.633
182	18-04-2014	-32.804	-71.424	35	2.9	Zapallar	III	46.382

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
185	19-04-2014	-37.702	-71.604	28.7	4.1	Valparaíso	III	516.77
185	19-04-2014	-37.702	-71.604	28.7	4.1	Viña del Mar	III	520.582
185	19-04-2014	-32.702	-71.604	28.7	4.1	Papudo	IV	578.075
185	19-04-2014	-32.702	-71.604	28.7	4.1	Zapallar	IV	576.261
186	19-04-2014	-22.009	-70.32	38.5	3.3	Tocopilla	IV	40.954
187	19-04-2014	-19.965	-71.112	40	5.3	Alto Hospicio	III	117.547
187	19-04-2014	-19.965	-71.112	40	5.3	Arica	III	190.124
187	19-04-2014	-19.965	-71.112	40	5.3	Cuya	III	138.592
187	19-04-2014	-19.965	-71.112	40	5.3	Iquique	III	110.215
187	19-04-2014	-19.965	-71.112	40	5.3	Pisagua	III	109.728
189	23-04-2014	-25.782	-70.763	73.9	4.5	Copiapó	II	196.378
189	23-04-2014	-25.782	-70.763	73.9	4.5	Chañaral	III	97.412
190	25-04-2014	-36.464	-73.618	24.7	4.2	Penco	II	68.756
190	25-04-2014	-36.464	-73.618	24.7	4.2	Concepción	III	69.792
190	25-04-2014	-36.464	-73.618	24.7	4.2	Coronel	III	79.193
190	25-04-2014	-36.464	-73.618	24.7	4.2	Hualpén	III	64.465
190	25-04-2014	-36.464	-73.618	24.7	4.2	Lota	III	85.093
190	25-04-2014	-36.464	-73.618	24.7	4.2	San Pedro de la Paz	III	65.571
190	25-04-2014	-36.464	-73.618	24.7	4.2	Talcahuano	III	58.382
191	25-04-2014	-36.477	-73.633	31.5	4.7	Coelemu	III	89.257
191	25-04-2014	-36.477	-73.633	31.5	4.7	Penco	III	71.961
191	25-04-2014	-36.477	-73.633	31.5	4.7	San Pedro de la Paz	III	68.456
191	25-04-2014	-36.477	-73.633	31.5	4.7	Tomé	III	70.47
191	25-04-2014	-36.477	-73.633	31.5	4.7	Concepción	IV	72.619
191	25-04-2014	-36.477	-73.633	31.5	4.7	Coronel	IV	81.209
191	25-04-2014	-36.477	-73.633	31.5	4.7	Lota	IV	86.796
192	26-04-2014	-34.161	-72.217	30.9	4.5	El Tabo	II	99.032
192	26-04-2014	-34.161	-72.217	30.9	4.5	San Antonio	II	89.048
192	26-04-2014	-34.161	-72.217	30.9	4.5	Pichilemu	III	44.317
193	27-04-2014	-20.506	-70.778	32.5	4.2	Alto Hospicio	III	81.791
193	27-04-2014	-20.506	-70.778	32.5	4.2	Iquique	III	78.469
194	28-04-2014	-19.563	-70.377	43.6	4.9	Arica	II	128.895
194	28-04-2014	-19.563	-70.377	43.6	4.9	Cuya	IV	65.924
194	28-04-2014	-19.563	-70.377	43.6	4.9	Pisagua	IV	46.899
194	28-04-2014	-19.563	-70.377	43.6	4.9	Alto Hospicio	V	94.183
194	28-04-2014	-19.563	-70.377	43.6	4.9	Iquique	V	87.661
195	28-04-2014	-29.748	-71.211	47.4	4.3	Coquimbo	II	53.769
195	28-04-2014	-29.748	-71.211	47.4	4.3	La Serena	II	50.47
196	03-05-2014	-20.144	-70.377	39	3.3	Alto Hospicio	III	50.189
196	03-05-2014	-20.144	-70.377	39	3.3	Iquique	III	45.481
197	04-05-2014	-20.004	-71.028	38.1	4.8	Alto Hospicio	III	107.802
197	04-05-2014	-20.004	-71.028	38.1	4.8	Iquique	III	100.57
198	04-05-2014	-19.861	-70.211	44.2	3.6	Iquique	III	59.543
198	04-05-2014	-19.861	-70.211	44.2	3.6	Alto Hospicio	III	64.259
198	04-05-2014	-19.861	-70.211	44.2	3.6	Pisagua	IV	52.898
199	04-05-2014	-20.156	-70.365	38	4.5	Cuya	III	118.816
199	04-05-2014	-20.156	-70.365	38	4.5	Pisagua	IV	74.262
199	04-05-2014	-20.156	-70.365	38	4.5	Iquique	V	43.796
199	04-05-2014	-20.156	-70.365	38	4.5	Alto Hospicio	V	48.344
200	05-05-2014	-19.299	-70.98	41.6	4.7	Arica	II	122.739
200	05-05-2014	-19.299	-70.98	41.6	4.7	Alto Hospicio	III	147.535
200	05-05-2014	-19.299	-70.98	41.6	4.7	Cuya	III	95.175
200	05-05-2014	-19.299	-70.98	41.6	4.7	Iquique	III	139.385
200	05-05-2014	-19.299	-70.98	41.6	4.7	Pisagua	III	96.269
201	05-05-2014	-20.196	-70.742	41.1	5.4	Arica	II	201.031
201	05-05-2014	-20.196	-70.742	41.1	5.4	Pisagua	III	95.451
201	05-05-2014	-20.196	-70.742	41.1	5.4	Alto Hospicio	IV	78.615
201	05-05-2014	-20.196	-70.742	41.1	5.4	Iquique	IV	72.822
202	05-05-2014	-20.204	-70.864	39.3	4.1	Alto Hospicio	III	88.769
202	05-05-2014	-20.204	-70.864	39.3	4.1	Iquique	III	82.754
203	06-05-2014	-22.188	-70.375	37.7	3.3	Tocopilla	III	43.913
204	06-05-2014	-29.579	-70.41	39.4	4.2	Cuya	IV	65.7
204	06-05-2014	-29.579	-70.41	39.4	4.2	Alto Hospicio	IV	91.946
204	06-05-2014	-29.579	-70.41	39.4	4.2	Iquique	IV	85.108

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
204	06-05-2014	-29.579	-70.41	39.4	4.2	Pisagua	IV	44.357
205	07-05-2014	-19.745	-70.487	40	4	Alto Hospicio	III	81.155
205	07-05-2014	-19.745	-70.487	40	4	Iquique	III	74.037
206	09-05-2014	-20.187	-70.43	34.2	4.1	Alto Hospicio	III	49.024
206	09-05-2014	-20.187	-70.43	34.2	4.1	Iquique	III	43.997
207	10-05-2014	-21.785	-70.404	25.1	3.1	Tocopilla	III	45.379
208	10-05-2014	-21.784	-70.381	32.4	3.1	Tocopilla	III	48.904
209	12-05-2014	-26.904	-70.897	57.8	3.4	Caldera	III	61.099
209	12-05-2014	-26.904	-70.897	57.8	3.4	Copiapó	III	96.43
210	12-05-2014	-29.63	-71.294	61.9	4.3	Coquimbo	IV	71.517
210	12-05-2014	-29.63	-71.294	61.9	4.3	La Higuera	IV	63.623
210	12-05-2014	-29.63	-71.294	61.9	4.3	La Serena	IV	68.942
211	15-05-2014	-32.136	-71.762	25	4.2	San Antonio	II	165.434
211	15-05-2014	-32.136	-71.762	25	4.2	Zapallar	III	57.862
212	15-05-2014	-32.935	-72.125	20.1	4.1	El Tabo	II	74.236
212	15-05-2014	-32.935	-72.125	20.1	4.1	Valparaíso	III	52.247
212	15-05-2014	-32.935	-72.125	20.1	4.1	Zapallar	III	78.759
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Lebu	II	93.607
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Arauco	III	55.085
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Cobquecura	III	100.449
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Coelemu	III	80.999
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Tomé	IV	56.331
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Concepción	V	43.799
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Hualpén	V	41.776
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Lota	V	47.259
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Penco	V	49.833
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	San Pedro de la Paz	V	39.19
213	16-05-2014	-36.827	-73.443	26.3	4.6	Talcahuano	V	41.069
214	17-05-2014	-19.989	-70.896	42.6	5.4	Arica	II	184.286
214	17-05-2014	-19.989	-70.896	42.6	5.4	Pisagua	III	93.53
214	17-05-2014	-19.989	-70.896	42.6	5.4	Cuya	III	126.438
214	17-05-2014	-19.989	-70.896	42.6	5.4	Alto Hospicio	III	98.054
214	17-05-2014	-19.989	-70.896	42.6	5.4	Iquique	III	90.921
215	21-05-2014	-30.452	-71.311	36.2	5.6	Copiapó	III	358.645
215	21-05-2014	-30.452	-71.311	36.2	5.6	La Higuera	III	112.069
215	21-05-2014	-30.452	-71.311	36.2	5.6	Coquimbo	IV	66.617
215	21-05-2014	-30.452	-71.311	36.2	5.6	La Serena	IV	71.56
215	21-05-2014	-30.452	-71.311	36.2	5.6	Ovalle	V	40.453
216	25-05-2014	-19.378	-70.443	31.9	3.8	Arica	III	106.333
216	25-05-2014	-19.378	-70.443	31.9	3.8	Cuya	IV	48.746
217	26-05-2014	-20.856	-70.447	40.6	4.7	Alto Hospicio	II	84.873
217	26-05-2014	-20.856	-70.447	40.6	4.7	Iquique	II	86.95
218	28-05-2014	-20.25	-70.411	31	3.7	Alto Hospicio	II	44.567
218	28-05-2014	-20.25	-70.411	31	3.7	Iquique	II	40.299
219	28-05-2014	-20.25	-70.963	36.2	4.4	Alto Hospicio	IV	96.66
219	28-05-2014	-20.25	-70.963	36.2	4.4	Iquique	IV	90.755
220	28-05-2014	-33.744	-71.916	43.8	4.2	El Tabo	III	59.352
220	28-05-2014	-33.744	-71.916	43.8	4.2	San Antonio	III	54.247
220	28-05-2014	-33.744	-71.916	43.8	4.2	Navidad	III	49.193
221	30-05-2014	-21.309	-69.974	67.8	5.3	Pisagua	III	203.549
221	30-05-2014	-21.309	-69.974	67.8	5.3	Alto Hospicio	V	134.951
221	30-05-2014	-21.309	-69.974	67.8	5.3	Iquique	V	140.632
221	30-05-2014	-21.309	-69.974	67.8	5.3	Tocopilla	V	110.74
222	30-05-2014	-21.302	-69.999	59.6	5.5	Arica	III	321.987
222	30-05-2014	-21.302	-69.999	59.6	5.5	Pisagua	III	199.916
222	30-05-2014	-21.302	-69.999	59.6	5.5	Alto Hospicio	V	130.088
222	30-05-2014	-21.302	-69.999	59.6	5.5	Iquique	V	135.817
222	30-05-2014	-21.302	-69.999	59.6	5.5	Tocopilla	V	106.003
223	30-05-2014	-33.552	-72.223	25.1	5.1	El Tabo	III	58.504
223	30-05-2014	-33.552	-72.223	25.1	5.1	San Antonio	III	61.786
223	30-05-2014	-33.552	-72.223	25.1	5.1	Valparaíso	III	80.979
223	30-05-2014	-33.552	-72.223	25.1	5.1	Viña del Mar	III	89.945
224	31-05-2014	-19.791	-70.485	39.9	4	Alto Hospicio	III	77.402
224	31-05-2014	-19.791	-70.485	39.9	4	Iquique	III	70.337

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
224	31-05-2014	-19.791	-70.485	39.9	4	Pisagua	III	53.226
225	02-06-2014	-33.777	-72.012	33.9	4.5	San Antonio	III	53.629
225	02-06-2014	-33.777	-72.012	33.9	4.5	Valparaíso	IV	92.93
225	02-06-2014	-33.777	-72.012	33.9	4.5	Navidad	IV	41.528
226	02-06-2014	-21.88	-70.05	34.9	3.3	Tocopilla	III	43.487
227	02-06-2014	-21.088	-70.46	32.3	3.3	Alto Hospicio	II	103.647
227	02-06-2014	-21.088	-70.46	32.3	3.3	Iquique	II	106.658
228	03-06-2014	-33.272	-71.779	20.3	3.2	El Tabo	II	30.218
229	04-06-2014	-20.652	-70.761	38.8	4.9	Alto Hospicio	III	89.52
229	04-06-2014	-20.652	-70.761	38.8	4.9	Iquique	III	87.691
230	05-06-2014	-20.343	-70.224	40.5	5	Cuya	II	137.859
230	05-06-2014	-20.343	-70.224	40.5	5	Iquique	IV	43.271
230	05-06-2014	-20.343	-70.224	40.5	5	Alto Hospicio	IV	43.178
231	05-06-2014	-20.354	-70.227	44.2	3.6	Alto Hospicio	III	46.984
231	05-06-2014	-20.354	-70.227	44.2	3.6	Iquique	III	47.175
232	06-06-2014	-28.969	-71.27	63.6	4.7	Copiapó	III	211.172
232	06-06-2014	-28.969	-71.27	63.6	4.7	Freirina	III	84.637
232	06-06-2014	-28.969	-71.27	63.6	4.7	La Higuera	IV	86.828
234	08-06-2014	-20.22	-70.84	40	4.4	Alto Hospicio	III	86.727
234	08-06-2014	-20.22	-70.84	40	4.4	Iquique	III	80.885
235	09-06-2014	-20.26	-70.209	43	3.4	Alto Hospicio	II	44.359
235	09-06-2014	-20.26	-70.209	43	3.4	Iquique	II	43.487
235	09-06-2014	-20.26	-70.209	43	3.4	Pisagua	II	85.133
236	09-06-2014	-30.885	-71.61	42.1	4	Canela	III	72.742
237	13-06-2014	-27.774	-71.029	44.8	4.8	Caldera	III	92.952
237	13-06-2014	-27.774	-71.029	44.8	4.8	Copiapó	IV	94.847
238	14-06-2014	-32.649	-71.463	40.1	4	Zapallar	III	42.13
238	14-06-2014	-32.649	-71.463	40.1	4	Valparaíso	IV	63.45
238	14-06-2014	-32.649	-71.463	40.1	4	Viña del Mar	IV	58.976
239	18-06-2014	-20.23	-70.795	40.3	4.5	Alto Hospicio	II	82.675
239	18-06-2014	-20.23	-70.795	40.3	4.5	Iquique	II	77.003
240	19-06-2014	-19.931	-70.906	38.8	5.4	Cuya	III	121.195
240	19-06-2014	-19.931	-70.906	38.8	5.4	Alto Hospicio	III	99.622
240	19-06-2014	-19.931	-70.906	38.8	5.4	Iquique	III	92.137
240	19-06-2014	-19.931	-70.906	38.8	5.4	Pisagua	III	89.85
241	19-06-2014	-19.815	-70.941	40.1	6	Arica	III	167.948
241	19-06-2014	-19.815	-70.941	40.1	6	Pisagua	III	89.094
241	19-06-2014	-19.815	-70.941	40.1	6	Cuya	IV	115.408
241	19-06-2014	-19.815	-70.941	40.1	6	Alto Hospicio	IV	108.602
241	19-06-2014	-19.815	-70.941	40.1	6	Iquique	IV	100.82
242	19-06-2014	-28.322	-71.133	46	4.3	Freirina	III	50.501
242	19-06-2014	-28.322	-71.133	46	4.3	Huasco	III	48.854
242	19-06-2014	-28.322	-71.133	46	4.3	Copiapó	IV	140.957
243	20-06-2014	-26.008	-70.694	44.2	4.1	Taltal	III	82.765
243	20-06-2014	-26.008	-70.694	44.2	4.1	Chañaral	III	57.886
243	20-06-2014	-26.008	-70.694	44.2	4.1	Copiapó	IV	162.007
244	20-06-2014	-19.772	-70.942	39.7	5.6	Arica	II	163.66
244	20-06-2014	-19.772	-70.942	39.7	5.6	Cuya	III	112.385
244	20-06-2014	-19.772	-70.942	39.7	5.6	Alto Hospicio	III	110.854
244	20-06-2014	-19.772	-70.942	39.7	5.6	Iquique	III	102.97
245	20-06-2014	-19.774	-71.002	38.2	5.7	Arica	III	166.149
245	20-06-2014	-19.774	-71.002	38.2	5.7	Cuya	IV	116.585
245	20-06-2014	-19.774	-71.002	38.2	5.7	Alto Hospicio	IV	115.262
245	20-06-2014	-19.774	-71.002	38.2	5.7	Iquique	IV	107.335
246	23-06-2014	-19.837	-70.189	46.9	3.8	Iquique	IV	63.201
246	23-06-2014	-19.837	-70.189	46.9	3.8	Alto Hospicio	IV	67.666
246	23-06-2014	-19.837	-70.189	46.9	3.8	Pisagua	IV	53.891
247	24-06-2014	-32.63	-71.539	39.9	4.1	Los Vilos	II	90.554
247	24-06-2014	-32.63	-71.539	39.9	4.1	San Antonio	III	115.345
247	24-06-2014	-32.63	-71.539	39.9	4.1	El Quisco	IV	95.734
247	24-06-2014	-32.63	-71.539	39.9	4.1	Valparaíso	IV	63.528
247	24-06-2014	-32.63	-71.539	39.9	4.1	Zapallar	IV	41.883
97	26-06-2014	-19.819	-70.802	38.6	4	Alto Hospicio	II	96.442
97	26-06-2014	-19.819	-70.802	38.6	4	Iquique	II	88.68

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
97	26-06-2014	-19.819	-70.802	38.6	4	Pisagua	II	76.438
248	30-06-2014	-20.467	-70.135	39	4	Alto Hospicio	III	44.962
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	El Tabo	II	90.057
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	San Antonio	II	84.723
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	Valparaíso	II	122.387
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	Viña del Mar	II	130.576
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	Duao	II	113.614
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	Iloca	II	118.163
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	Paredones	III	96.007
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	Constitución	III	159.239
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	Navidad	IV	58.735
249	01-07-2014	-33.937	-72.35	34.2	5	Pichilemu	IV	68.367
250	07-07-2014	-20.14	-70.163	48.8	3.2	Alto Hospicio	III	51.198
250	07-07-2014	-20.14	-70.163	48.8	3.2	Iquique	III	49.549
251	07-07-2014	-19.875	-70.033	53.6	3.7	Alto Hospicio	III	69.596
251	07-07-2014	-19.875	-70.033	53.6	3.7	Iquique	III	67.222
253	08-07-2014	-20.777	-70.521	37.9	4.6	Alto Hospicio	III	80.795
253	08-07-2014	-20.777	-70.521	37.9	4.6	Iquique	III	81.762
99	13-07-2014	-27.496	-70.853	83.6	3.9	Copiapó	III	99.999
254	13-07-2014	-24.252	-70.494	36.7	4	Antofagasta	IV	78.654
255	13-07-2014	-20.238	-70.309	40.7	5.6	Cuya	IV	127.447
255	13-07-2014	-20.238	-70.309	40.7	5.6	Pisagua	VI	82.421
255	13-07-2014	-20.238	-70.309	40.7	5.6	Iquique	VII	43.382
256	15-07-2014	-19.936	-70.112	45.2	4.3	Pisagua	III	59.691
256	15-07-2014	-19.936	-70.112	45.2	4.3	Alto Hospicio	IV	58.391
256	15-07-2014	-19.936	-70.112	45.2	4.3	Iquique	IV	55.268
257	18-07-2014	-20.148	-70.991	38.7	4.7	Alto Hospicio	III	101.208
257	18-07-2014	-20.148	-70.991	38.7	4.7	Iquique	III	94.705
258	20-07-2014	-20.153	-70.541	39.5	4.7	Alto Hospicio	III	61.633
258	20-07-2014	-20.153	-70.541	39.5	4.7	Iquique	III	56.018
259	21-07-2014	-20.266	-69.982	51.3	4	Alto Hospicio	IV	52.884
259	21-07-2014	-20.266	-69.982	51.3	4	Iquique	IV	55.089
260	21-07-2014	-22.088	-70.141	38.2	3.3	Tocopilla	IV	38.752
261	22-07-2014	-22.072	-70.32	30.7	2	Tocopilla	IV	33.107
262	28-07-2014	-20.132	-70.438	32.5	4.6	Alto Hospicio	III	49.957
262	28-07-2014	-20.132	-70.438	32.5	4.6	Iquique	III	44.132
263	29-07-2014	-20.117	-70.37	21.7	4	Alto Hospicio	III	38.987
263	29-07-2014	-20.117	-70.37	21.7	4	Iquique	III	32.323
264	05-08-2014	-23.13	-70.64	34.1	3.6	Mejillones	III	39.4
265	08-08-2014	-33.777	-72.203	16.5	4.8	Algarrobo	II	69.475
265	08-08-2014	-33.777	-72.203	16.5	4.8	Cartagena	II	63.499
265	08-08-2014	-33.777	-72.203	16.5	4.8	El Quisco	II	64.878
265	08-08-2014	-33.777	-72.203	16.5	4.8	El Tabo	III	63.769
265	08-08-2014	-33.777	-72.203	16.5	4.8	San Antonio	III	60.055
265	08-08-2014	-33.777	-72.203	16.5	4.8	Navidad	V	41.759
266	09-08-2014	-27.898	-71.097	33.8	4.5	Copiapó	III	102.732
267	11-08-2014	-33.624	-72.029	20.1	4.2	El Tabo	II	43.674
267	11-08-2014	-33.624	-72.029	20.1	4.2	San Antonio	II	43.244
267	11-08-2014	-33.624	-72.029	20.1	4.2	Pichilemu	II	86.891
267	11-08-2014	-33.624	-72.029	20.1	4.2	Navidad	III	43.773
268	11-08-2014	-33.444	-71.743	25.1	2.9	El Quisco	II	25.884
268	11-08-2014	-33.444	-71.743	25.1	2.9	El Tabo	II	26.082
268	11-08-2014	-33.444	-71.743	25.1	2.9	San Antonio	II	32.685
269	13-08-2014	-20.158	-70.023	50.9	5.6	Arica	III	196.534
269	13-08-2014	-20.158	-70.023	50.9	5.6	Cuya	IV	123.291
269	13-08-2014	-20.158	-70.023	50.9	5.6	Alto Hospicio	VI	53.048
269	13-08-2014	-20.158	-70.023	50.9	5.6	Iquique	VI	53.482
269	13-08-2014	-20.158	-70.023	50.9	5.6	Pisagua	VI	82.835
270	17-08-2014	-20.14	-70.366	40.2	4.2	Alto Hospicio	III	50.622
270	17-08-2014	-20.14	-70.366	40.2	4.2	Iquique	III	46.064
270	17-08-2014	-20.14	-70.366	40.2	4.2	Pisagua	III	73.979
271	19-08-2014	-27.618	-70.996	50.7	4.2	Caldera	III	81.523
271	19-08-2014	-27.618	-70.996	50.7	4.2	Copiapó	IV	88.583
272	19-08-2014	-20.729	-70.614	22.3	4.4	Alto Hospicio	II	77.121

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
272	19-08-2014	-20.729	-70.614	22.3	4.4	Iquique	II	76.934
273	19-08-2014	-20.732	-70.714	41.3	4.2	Iquique	II	90.81
273	19-08-2014	-20.732	-70.714	41.3	4.2	Alto Hospicio	II	91.684
274	22-08-2014	-21.802	-70.129	64.8	4.5	Tocopilla	IV	71.575
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Penco	II	466.82
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Tomé	II	453.668
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Ovalle	III	244.746
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Concepción	III	479.191
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Hualpén	III	474.823
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	San Pedro de la Paz	III	481.039
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Talcahuano	III	468.851
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Canela	IV	154.208
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Duao	IV	252.092
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Iloca	IV	256.93
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	San Javier	IV	322.058
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Los Vilos	V	101.453
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Algarrobo	V	82.311
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Cartagena	V	99.444
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	El Quisco	V	86.083
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	El Tabo	V	90.311
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	San Antonio	V	104.691
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Santo Domingo	V	108.624
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Bucalemu	V	221.561
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Paredones	V	220.087
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Constitución	V	303.817
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Concón	V	44.863
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Juan Fernández	V	694.545
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Papudo	V	47.202
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Quintero	V	40.558
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Valparaíso	V	55.827
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Viña del Mar	V	52.004
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Zapallar	V	46.175
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Navidad	VI	142.494
275	23-08-2014	-32.737	-71.498	40.1	6.4	Pichilemu	VI	193.262
276	23-08-2014	-32.736	-71.44	43.8	3.4	San Antonio	II	106.963
276	23-08-2014	-32.736	-71.44	43.8	3.4	Zapallar	IV	49.351
277	23-08-2014	-32.755	-71.538	40.3	4	Valparaíso	III	53.937
277	23-08-2014	-32.755	-71.538	40.3	4	Zapallar	IV	47.74
278	23-08-2014	-32.766	-71.562	35.7	3.3	Valparaíso	II	49.409
278	23-08-2014	-32.766	-71.562	35.7	3.3	Zapallar	II	45.017
278	23-08-2014	-32.766	-71.562	35.7	3.3	El Quisco	II	80.132
279	23-08-2014	-33.142	-72.066	42.3	4	Algarrobo	II	61.614
279	23-08-2014	-33.142	-72.066	42.3	4	Valparaíso	III	59.07
280	24-08-2014	-20.32	-70.191	42.6	3.1	Alto Hospicio	II	43.919
280	24-08-2014	-20.32	-70.191	42.6	3.1	Iquique	II	44.187
281	24-08-2014	-32.811	-71.377	34.1	3.4	Valparaíso	III	50.467
281	24-08-2014	-32.811	-71.377	34.1	3.4	Zapallar	III	46.815
283	24-08-2014	-32.78	-71.44	39.3	3	Valparaíso	II	53.763
284	25-08-2014	-16.595	-73.43	53.4	5.6	Arica	II	395.01
285	27-08-2014	-19.689	-70.089	57.2	3.9	Cuya	II	82.637
285	27-08-2014	-19.689	-70.089	57.2	3.9	Pisagua	II	59.583
285	27-08-2014	-19.689	-70.089	57.2	3.9	Alto Hospicio	III	86.191
285	27-08-2014	-19.689	-70.089	57.2	3.9	Iquique	III	82.421
286	31-08-2014	-20.524	-70.099	48	4	Alto Hospicio	IV	55.826
286	31-08-2014	-20.524	-70.099	48	4	Iquique	IV	59.349
287	31-08-2014	-32.79	-72.04	20	4.5	Valparaíso	II	52.887
287	31-08-2014	-32.79	-72.04	20	4.5	Viña del Mar	II	58.109
287	31-08-2014	-32.79	-72.04	20	4.5	Zapallar	II	64.048
288	31-08-2014	-29.908	-71.461	44.4	3.6	Coquimbo	II	46.322
288	31-08-2014	-29.908	-71.461	44.4	3.6	La Serena	II	48.854
288	31-08-2014	-29.908	-71.461	44.4	3.6	La Higuera	II	66.227
289	01-09-2014	-20.33	-70.518	40.7	3.6	Alto Hospicio	II	59.694
289	01-09-2014	-20.33	-70.518	40.7	3.6	Iquique	II	56.197
290	04-09-2014	-20.702	-70.343	38	5.1	Alto Hospicio	III	66.288

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
290	04-09-2014	-20.702	-70.343	38	5.1	Iquique	III	68.526
290	04-09-2014	-20.702	-70.343	38	5.1	Pisagua	III	129.098
291	04-09-2014	-33.9	-72.018	37.6	3.8	San Antonio	II	62.503
291	04-09-2014	-33.9	-72.018	37.6	3.8	Santo Domingo	III	59.611
291	04-09-2014	-33.9	-72.018	37.6	3.8	Navidad	IV	41.465
292	08-09-2014	-22.013	-70.357	38.1	3.2	Tocopilla	III	41.835
293	09-09-2014	-33.754	-72.25	38	3.9	San Antonio	II	71.948
293	09-09-2014	-33.754	-72.25	38	3.9	Santo Domingo	II	70.003
293	09-09-2014	-33.754	-72.25	38	3.9	Navidad	III	57.685
295	13-09-2014	-23.441	-70.472	31.9	3.8	Antofagasta	III	39.095
296	19-09-2014	-35.655	-73.056	35.2	4.8	Concepción	III	135.778
296	19-09-2014	-35.655	-73.056	35.2	4.8	Hualpén	III	130.431
296	19-09-2014	-35.655	-73.056	35.2	4.8	San Pedro de la Paz	III	135.887
296	19-09-2014	-35.655	-73.056	35.2	4.8	Cobquecura	IV	67.923
297	24-09-2014	-34.264	-73.165	15.7	4.7	Paredones	III	124.874
298	25-09-2014	-40.416	-73.708	63	3.9	Puerto Montt	II	147.999
298	25-09-2014	-40.416	-73.708	63	3.9	Valdivia	III	101.522
298	25-09-2014	-40.416	-73.708	63	3.9	Corral	III	90.838
299	25-09-2014	-31.597	-71.441	53.3	4.4	Canela	III	57.641
299	25-09-2014	-31.597	-71.441	53.3	4.4	Zapallar	III	117.062
300	25-09-2014	-32.606	-71.732	33.6	3.9	Puchuncaví	III	46.906
300	25-09-2014	-32.606	-71.732	33.6	3.9	Zapallar	III	42.58
300	25-09-2014	-32.606	-71.732	33.6	3.9	Valparaíso	IV	62.034
302	28-09-2014	-35.623	-73.209	10.4	5.5	Duao	III	123.897
302	28-09-2014	-35.623	-73.209	10.4	5.5	Constitución	IV	79.404
302	28-09-2014	-35.623	-73.209	10.4	5.5	Pelluhue	IV	58.001
302	28-09-2014	-35.623	-73.209	10.4	5.5	Cobquecura	IV	68.708
302	28-09-2014	-35.623	-73.209	10.4	5.5	Concepción	IV	135.85
302	28-09-2014	-35.623	-73.209	10.4	5.5	Hualpén	IV	130.042
302	28-09-2014	-35.623	-73.209	10.4	5.5	San Pedro de la Paz	IV	135.35
302	28-09-2014	-35.623	-73.209	10.4	5.5	Talcahuano	IV	122.506
304	28-09-2014	-33.023	-71.956	33.5	3.6	Valparaíso	II	45.328
304	28-09-2014	-33.023	-71.956	33.5	3.6	Viña del Mar	II	51.789
305	07-10-2014	-19.993	-70.952	52.1	5	Arica	II	189.119
305	07-10-2014	-19.993	-70.952	52.1	5	Alto Hospicio	II	107.185
305	07-10-2014	-19.993	-70.952	52.1	5	Iquique	II	100.35
306	13-10-2014	-27.315	-71.116	54.3	3.7	Caldera	III	67.729
306	13-10-2014	-27.315	-71.116	54.3	3.7	Copiapó	III	96.043
307	14-10-2014	-33.733	-72.071	19.1	4.9	Pichilemu	II	75.122
307	14-10-2014	-33.733	-72.071	19.1	4.9	San Antonio	III	48.51
307	14-10-2014	-33.733	-72.071	19.1	4.9	Valparaíso	III	86.708
307	14-10-2014	-33.733	-72.071	19.1	4.9	Navidad	III	36.672
307	14-10-2014	-33.733	-72.071	19.1	4.9	Algarrobo	IV	58.563
307	14-10-2014	-33.733	-72.071	19.1	4.9	El Quisco	IV	54.066
307	14-10-2014	-33.733	-72.071	19.1	4.9	El Tabo	IV	52.543
307	14-10-2014	-33.733	-72.071	19.1	4.9	Santo Domingo	IV	46.261
308	14-10-2014	-33.701	-72.023	10.1	4.2	Valparaíso	II	79.982
308	14-10-2014	-33.701	-72.023	10.1	4.2	Viña del Mar	II	87.789
308	14-10-2014	-33.701	-72.023	10.1	4.2	Pichilemu	II	76.618
308	14-10-2014	-33.701	-72.023	10.1	4.2	El Tabo	III	44.417
308	14-10-2014	-33.701	-72.023	10.1	4.2	San Antonio	III	40.545
308	14-10-2014	-33.701	-72.023	10.1	4.2	Paredones	III	106.947
308	14-10-2014	-33.701	-72.023	10.1	4.2	Navidad	IV	32.83
309	17-10-2014	-18.28	-70.411	70.8	4.2	Arica	III	74.759
310	17-10-2014	-32.002	-71.458	35.1	3.1	Zapallar	III	68.752
311	19-10-2014	-20.424	-69.962	58.6	3.5	Alto Hospicio	II	62.915
311	19-10-2014	-20.424	-69.962	58.6	3.5	Iquique	II	66.505
312	21-10-2014	-20.737	-70.76	52.9	4.2	Alto Hospicio	II	100.938
312	21-10-2014	-20.737	-70.76	52.9	4.2	Iquique	II	99.868
313	23-10-2014	-34.024	-72.24	22.4	4.4	Navidad	II	44.899
313	23-10-2014	-34.024	-72.24	22.4	4.4	Paredones	II	79.785
313	23-10-2014	-34.024	-72.24	22.4	4.4	Pichilemu	II	50.863
313	23-10-2014	-34.024	-72.24	22.4	4.4	Constitución	II	148.317
314	24-10-2014	-33.996	-72.242	25.3	4.6	Valparaíso	II	120.533

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
314	24-10-2014	-33.996	-72.242	25.3	4.6	San Antonio	III	76.981
314	24-10-2014	-33.996	-72.242	25.3	4.6	Paredones	III	83.435
314	24-10-2014	-33.996	-72.242	25.3	4.6	Litueche	IV	55.002
314	24-10-2014	-33.996	-72.242	25.3	4.6	Navidad	IV	45.991
314	24-10-2014	-33.996	-72.242	25.3	4.6	Pichilemu	IV	54.705
315	24-10-2014	-19.954	-70.009	59	3.6	Alto Hospicio	II	69.307
315	24-10-2014	-19.954	-70.009	59	3.6	Iquique	II	67.904
315	24-10-2014	-19.954	-70.009	59	3.6	Pisagua	III	74.22
316	25-10-2014	-34.039	-72.162	30	4.6	El Tabo	III	85.431
316	25-10-2014	-34.039	-72.162	30	4.6	Valparaíso	III	122.54
316	25-10-2014	-34.039	-72.162	30	4.6	Litueche	III	50.398
316	25-10-2014	-34.039	-72.162	30	4.6	Navidad	IV	44.288
316	25-10-2014	-34.039	-72.162	30	4.6	Pichilemu	IV	50.881
317	25-10-2014	-20.568	-70.553	44.8	4.7	Alto Hospicio	IV	72.847
317	25-10-2014	-20.568	-70.553	44.8	4.7	Iquique	IV	71.805
318	28-10-2014	-32.599	-71.566	25.1	3.8	Puchuncaví	III	32.365
318	28-10-2014	-32.599	-71.566	25.1	3.8	Zapallar	III	27.753
319	28-10-2014	-34.677	-72.172	11.1	3	Llico	III	307.189
321	01-11-2014	-27.468	-71.037	28.9	4.5	Caldera	IV	57.461
321	01-11-2014	-27.468	-71.037	28.9	4.5	Copiapó	IV	77.611
322	02-11-2014	-37.923	-73.723	34.9	3.6	Los Álamos	II	53.72
322	02-11-2014	-37.923	-73.723	34.9	3.6	Lebu	III	49.19
323	02-11-2014	-20.029	-69.649	64.9	3.3	Alto Hospicio	II	84.799
323	02-11-2014	-20.029	-69.649	64.9	3.3	Iquique	II	87.072
323	02-11-2014	-20.029	-69.649	64.9	3.3	Pisagua	II	100.156
324	04-11-2014	-41.227	-73.831	25.4	4.9	Ancud	III	75.637
324	04-11-2014	-41.227	-73.831	25.4	4.9	Hualaihué	III	132.306
324	04-11-2014	-41.227	-73.831	25.4	4.9	Maulín	III	53.868
324	04-11-2014	-41.227	-73.831	25.4	4.9	Puerto Montt	III	83.611
324	04-11-2014	-41.227	-73.831	25.4	4.9	Puqueldón	III	153.948
325	04-11-2014	-19.877	-71.066	46.8	4.4	Alto Hospicio	II	119.084
325	04-11-2014	-19.877	-71.066	46.8	4.4	Iquique	II	111.629
326	05-11-2014	-34.379	-72.014	7	3.1	Pichilemu	IV	7.131
327	07-11-2014	-22.233	-70.156	43.7	3.2	Tocopilla	III	47.663
328	11-11-2014	-33.648	-72.025	20.1	4.2	Algarrobo	II	49.867
328	11-11-2014	-33.648	-72.025	20.1	4.2	El Tabo	II	44.643
328	11-11-2014	-33.648	-72.025	20.1	4.2	San Antonio	II	43.161
328	11-11-2014	-33.648	-72.025	20.1	4.2	Santo Domingo	II	41.699
328	11-11-2014	-33.648	-72.025	20.1	4.2	Valparaíso	III	76.912
329	16-11-2014	-27.388	-70.907	54.3	3.7	Copiapó	III	79.721
330	16-11-2014	-20.812	-69.951	45.4	4	Alto Hospicio	III	77.37
330	16-11-2014	-20.812	-69.951	45.4	4	Iquique	III	83.399
331	23-11-2014	-27.722	-70.995	40	4	Copiapó	III	87.407
332	25-11-2014	-29.861	-71.163	55.7	3.9	Coquimbo	II	58.905
332	25-11-2014	-29.861	-71.163	55.7	3.9	La Serena	II	56.496
332	25-11-2014	-29.861	-71.163	55.7	3.9	La Higuera	III	69.416
333	28-11-2014	-30.943	-71.458	79.7	4.2	Ovalle	IV	92.559
334	28-11-2014	-27.352	-70.976	25	4.1	Copiapó	III	69.805
334	28-11-2014	-27.352	-70.976	25	4.1	Caldera	III	43.351
335	29-11-2014	-29.776	-71.281	60.1	4.8	Coquimbo	III	63.343
335	29-11-2014	-29.776	-71.281	60.1	4.8	La Serena	III	61.737
335	29-11-2014	-29.776	-71.281	60.1	4.8	Los Vilos	III	245.002
335	29-11-2014	-29.776	-71.281	60.1	4.8	Ovalle	III	108.365
336	29-11-2014	-19.948	-71.129	30	5.1	Alto Hospicio	III	116.735
336	29-11-2014	-19.948	-71.129	30	5.1	Iquique	III	109.145
336	29-11-2014	-19.948	-71.129	30	5.1	Cuya	III	136.108
337	29-11-2014	-20.518	-70.319	44.6	3.9	Alto Hospicio	III	57.116
337	29-11-2014	-20.518	-70.319	44.6	3.9	Iquique	III	57.996
338	30-11-2014	-32.584	-71.518	33.1	3.2	Zapallar	III	33.923
339	02-12-2014	-20.279	-71.055	33	4.6	Alto Hospicio	III	104.554
339	02-12-2014	-20.279	-71.055	33	4.6	Iquique	III	98.681
340	03-12-2014	-32.761	-71.78	26.1	3.8	Viña del Mar	II	46.163
341	03-12-2014	-22.607	-70.201	70	5.2	Antofagasta	IV	135.499
341	03-12-2014	-22.607	-70.201	70	5.2	Mejillones	V	92.543

Continúa en página siguiente

Tabla A.4 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	M _w	Localidad	MMI	Δ [km]
341	03-12-2014	-22.607	-70.201	70	5.2	Tocopilla	V	92.269
342	07-12-2014	-32.364	-71.555	37.7	3.6	Zapallar	II	42.937
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	Arauco	II	59.886
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	Cabrero	II	125.153
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	Penco	II	74.361
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	Tomé	II	80.947
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	Concepción	III	66.837
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	Hualpén	III	64.643
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	Lota	III	62.15
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	San Pedro de la Paz	III	60.977
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	Talcahuano	III	63.402
343	09-12-2014	-36.878	-73.788	11	4.5	Coronel	IV	61.287
344	10-12-2014	-20.108	-70.107	46.2	3.1	Alto Hospicio	II	49.515
344	10-12-2014	-20.108	-70.107	46.2	3.1	Iquique	II	48.177
345	11-12-2014	-21.972	-70.392	24.3	3.2	Tocopilla	III	33.09
346	12-12-2014	-19.847	-70.917	33.7	5.2	Alto Hospicio	III	102.672
346	12-12-2014	-19.847	-70.917	33.7	5.2	Iquique	III	94.788
346	12-12-2014	-19.847	-70.917	33.7	5.2	Arica	IV	168.767
346	12-12-2014	-19.847	-70.917	33.7	5.2	Cuya	IV	113.935
347	13-12-2014	-28.276	-71.208	33.5	4.3	Copiapó	III	138.044
348	19-12-2014	-21.647	-70.362	38.2	4.2	Tocopilla	III	62.652
350	24-12-2014	-32.888	-71.754	25	3.8	Valparaíso	III	33.908
352	27-12-2014	-30.169	-71.468	31.7	4.6	Ovalle	II	61.573
352	27-12-2014	-30.169	-71.468	31.7	4.6	Coquimbo	IV	42.052
352	27-12-2014	-30.169	-71.468	31.7	4.6	La Serena	IV	48.404
353	28-12-2014	-34.745	-72.416	40	4.4	Constitución	II	76.71
353	28-12-2014	-34.745	-72.416	40	4.4	Paredones	III	62.749
353	28-12-2014	-34.745	-72.416	40	4.4	Duao	IV	48.65
353	28-12-2014	-34.745	-72.416	40	4.4	Iloca	IV	50.322
354	30-12-2014	-20.512	-70.43	42.6	3.1	Iquique	II	60.386
354	30-12-2014	-20.512	-70.43	42.6	3.1	Alto Hospicio	II	60.849
355	30-12-2014	-22.612	-70.326	41.8	4	Tocopilla	III	74.808

Tabla A.5: Reportes de sismos de 2015.

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
1	01-01	-32.397	-71.51	10	3.7	Valparaíso	II	76.134
						Zapallar	III	18.589
4	03-01	-30.821	-71.259	18	3.8	Copiapó	III	395.312
6	07-01	-32.791	-71.694	20.1	4.2	Puchuncaví	IV	33.431
						San Antonio	II	92.554
						Valparaíso	IV	37.156
						Zapallar	IV	40.989
9	09-01	-34.29	-72.403	35.6	4.7	Navidad	IV	74.8
						Pichilemu	IV	52.424
10	09-01	-34.214	-72.32	34.5	4.6	Constitución	III	129.564
						Iloca	III	89.141
						Licantén	III	96.882
						Navidad	IV	64.642
						Pichilemu	IV	49.111
						San Antonio	II	100.249
11	09-01	-34.214	-72.195	33.3	3.7	Pichilemu	IV	42.25
13	11-01	-29.917	-71.507	42.8	3.5	Coquimbo	IV	46.121
						La Serena	IV	49.501
14	12-01	-32.813	-71.432	36.6	3.1	Valparaíso	II	49.927
						Viña del Mar	II	45.04
						Zapallar	III	48.185
15	14-01	-22.427	-70.175	68	4.4	Tocopilla	IV	78.972
18	18-01	-32.703	-71.703	25.8	4.9	Papudo	IV	40.694
						Puchuncaví	IV	37.343
						San Antonio	II	103.447
						Valparaíso	III	48.482
						Zapallar	IV	38.891
21	20-01	-23.35	-70.81	30	5.4	Antofagasta	V	60.401
						Mejillones	V	55.029
22	21-01	-20.738	-70.537	54.4	3.7	Alto Hospicio	III	87.86
						Iquique	III	88.356
23	21-01	-29.813	-71.218	51.8	4.1	Coquimbo	III	55.129
						La Higuera	II	62.607
						La Serena	III	52.788
24	22-01	-22.99	-70.222	48.2	4.5	Antofagasta	II	88.201
						Mejillones	III	54.946
						Tocopilla	III	113.514
25	22-01	-33.072	-71.854	42.1	3.5	Quintero	III	60.861
						Valparaíso	IV	46.88
						Viña del Mar	III	51.845
26	22-01	-29.894	-71.487	55.1	4.5	Coquimbo	IV	57.409
						La Higuera	III	73.556
						La Serena	IV	59.662
						Ovalle	III	98.417
30	26-01	-37.594	-73.683	20.9	3.9	Arauco	III	54.272
						Coronel	II	83.162
						Lebu	III	21.256
						Lota	III	75.387
31	26-01	-36.811	-73.537	23.8	4	Concepción	II	49.561
						Hualpén	II	47.046
						Talcahuano	III	45.575
32	26-01	-36.857	-73.562	30	4.6	Arauco	III	57.36
						Concepción	IV	54.652

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Coronel	III	51.743
						Hualpén	IV	52.803
						Lota	III	53.941
						Penco	II	61.239
						Talcahuano	IV	52.095
33	27-01	-36.836	-73.483	13.2	3.9	Concepción	II	40.775
						Hualpén	III	38.459
						Talcahuano	III	37.591
34	27-01	-36.852	-73.632	10.9	4.8	Arauco	III	53.564
						Cobquecura	II	110.269
						Concepción	V	53.018
						Coronel	IV	49.314
						Hualpén	V	50.688
						Lota	IV	51.462
						Talcahuano	I	49.488
38	01-02	-28.543	-71.203	45.5	4	Huasco	IV	46.683
41	02-02	-22.278	-70.774	40.1	5	Mejillones	III	105.333
						Tocopilla	IV	75.205
44	04-02	-21.93	-70.365	31.2	3.3	Tocopilla	II	38.683
45	05-02	-31.693	-71.838	35.2	3.8	Canela	IV	60.444
47	10-02	-28.163	-71.13	35.4	4.6	Copiapó	III	124.383
						Freirina	III	51.949
						Huasco	III	48.444
49	11-02	-34.205	-71.832	44.2	4.8	Litueche	IV	46.181
						Navidad	V	53.577
						Paredones	IV	66.85
						Pichilemu	III	50.848
						San Antonio	III	82.953
						Valparaíso	III	135.416
50	11-02	-30.214	-71.32	67.7	5	Coquimbo	IV	73.814
						La Serena	IV	76.488
						Ovalle	IV	80.024
53	14-02	-32.575	-71.676	27.6	4.1	Puchuncaví	III	40.76
						Valparaíso	III	61.463
						Viña del Mar	III	59.507
						Zapallar	III	34.176
54	14-02	-36.633	-73.351	27	3.6	Concepción	III	44.133
						Hualpén	III	39.762
						San Pedro de la Paz	II	40.763
						Talcahuano	III	35.403
55	16-02	-30.301	-71.497	42.3	4.7	Coquimbo	III	59.703
						La Serena	III	65.92
57	17-02	-21.541	-70.275	66.1	3.4	Tocopilla	II	88.646
61	20-02	-32.768	-71.519	33.6	3.8	Puchuncaví	III	35.147
64	24-02	-27.928	-71.168	57.9	4.9	Caldera	IV	117.178
						Copiapó	IV	119.407
						Freirina	III	86.635
						Huasco	IV	82.172
65	24-02	-32.627	-71.687	55.1	4.9	El Tabo	III	106.925
						Santo Domingo	II	125.318
						Valparaíso	IV	73.897
						Viña del Mar	III	72.713
						Zapallar	IV	59.757
68	28-02	-36.884	-72.991	35.4	5	Arauco	IV	61.284
						Cobquecura	IV	92.701

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Concepción	VI	36.235
						Constitución	II	183.509
						Coronel	V	40.401
						Hualpén	V	38.035
						Lebu	IV	106.556
						Lota	V	44.952
						Pelluhue	III	126.323
						Penco	V	39.195
						San Pedro de la Paz	V	37.567
						Talcahuano	IV	41.529
						Tomé	V	46.367
69	01-03	-27.252	-71.349	40	4.5	Caldera	II	69.253
						Copiapó	III	110.428
70	02-03	-27.654	-70.911	58.7	4	Caldera	IV	88.326
						Copiapó	IV	88.864
71	02-03	-27.915	-71.002	33.2	5.2	Caldera	III	101.708
						Copiapó	IV	96.767
						Coquimbo	II	231.259
						Freirina	III	73.376
						Huasco	III	71.389
						La Higuera	III	181.42
						La Serena	III	224.777
75	04-03	-34.334	-72.783	20.1	5	Constitución	III	117.912
						Iloca	II	89.592
						Paredones	IV	90.804
						San Antonio	II	136.266
76	05-03	-34.887	-72.322	33	4.2	Constitución	III	60.243
						Iloca	II	35.826
78	05-03	-29.355	-71.104	41.8	5.3	Caldera	II	259.604
						Copiapó	IV	237.809
						Coquimbo	V	81.413
						Freirina	IV	104.014
						Huasco	IV	109.621
						La Higuera	V	47.517
						La Serena	V	75.024
						Ovalle	IV	143.251
80	10-03	-18.561	-70.485	47.4	3.8	Arica	III	51.614
81	12-03	-36.29	-73.56	31	4.7	Cobquecura	V	77.607
						Concepción	IV	81.907
						Coronel	III	94.755
						Hualpén	IV	76.189
						Lota	III	101.515
						Pelluhue	III	102.31
						Penco	IV	77.931
						San Pedro de la Paz	IV	78.707
						Talcahuano	IV	69.285
						Trehuaco	III	87.376
82	12-03	-32.77	-71.27	57	3.8	Puchuncaví	III	58.782
						Zapallar	IV	65.46
84	13-03	-20.455	-70.148	18.2	4.1	Alto Hospicio	IV	28.012
						Iquique	IV	32.204
85	14-03	-27.865	-70.889	47	5	Caldera	IV	100.75
						Copiapó	IV	91.929
						Freirina	III	86.675
87	17-03	-29.667	-71.499	49.7	4.2	Coquimbo	IV	60.995
						La Higuera	IV	57.613
						La Serena	IV	61.016

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
88	18-03	-36.092	-74.122	22.2	6.3	Arauco	III	149.512
						Chanco	IV	150.068
						Cobquecura	IV	121.758
						Coilemu	III	136.928
						Concepción	IV	128.825
						Constitución	IV	176.505
						Coronel	IV	137.878
						Hualpén	IV	123.065
						Lebu	III	176.394
						Lota	IV	143.214
						Navidad	IV	317.255
						Pelluhue	III	138.795
						Penco	V	126.815
						San Pedro de la Paz	IV	124.378
						Talcahuano	IV	116.217
Tirúa	III	256.627						
Tomé	IV	122.568						
Trehuaco	IV	138.072						
89	18-03	-35.542	-74.065	16.7	4.9	Cabrero	III	224.882
						Cobquecura	III	133.692
						Coilemu	III	162.907
						Concepción	III	171.421
						Hualpén	III	165.153
						Talcahuano	III	157.357
						Tomé	III	157.479
Trehuaco	III	161.715						
90	18-03	-36.441	-73.946	40.5	5	Cobquecura	III	116.237
						Coilemu	III	118.797
						Concepción	IV	99.914
						Constitución	II	188.685
						Coronel	III	105.13
						Hualpén	IV	95.197
						Pelluhue	III	141.586
						San Pedro de la Paz	IV	95.163
						Talcahuano	IV	89.976
						Tomé	III	99.899
Trehuaco	III	121.49						
91	19-03	-19.264	-70.223	76.8	4	Alto Hospicio	II	136.174
						Arica	III	117.064
						Iquique	II	131.101
						Pisagua	III	85.426
92	21-03	-36.232	-73.727	32.9	3	Cobquecura	III	90.871
						Concepción	III	96.197
						Hualpén	III	90.491
						San Pedro de la Paz	III	92.513
						Talcahuano	III	83.651
93	21-03	-36.302	-73.701	43.1	4.9	Cobquecura	V	94.182
						Concepción	IV	93.609
						Penco	IV	91.152
						San Pedro de la Paz	IV	89.981
						Talcahuano	IV	82.078
95	24-03	-20.679	-70.777	15	4.8	Alto Hospicio	IV	84.95
						Iquique	IV	83.103
96	25-03	-36.38	-73.597	40	4.4	Concepción	III	80.909
						Hualpén	III	75.728
						Penco	III	78.564
						Talcahuano	III	69.699
						Tomé	III	75.223
98	25-03	-36.146	-73.553	15	4	Concepción	III	90.101

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Hualpén	III	83.895
99	25-03	-36.301	-73.681	44.2	4.5	Concepción	III	93.089
						Hualpén	III	87.811
						Lota	III	109.473
						Penco	III	90.485
						San Pedro de la Paz	III	89.561
						Talcahuano	III	81.599
						Tomé	III	86.556
100	25-03	-36.251	-73.696	43.8	4.1	Cobquecura	III	93.181
						Coelemu	III	102.859
						Concepción	II	97.36
						Coronel	III	108.37
						Hualpén	III	91.946
						Lota	III	114.437
						Pelluhue	II	114.847
						Penco	III	94.31
						San Pedro de la Paz	III	93.902
						Talcahuano	III	85.505
						Tomé	II	89.796
						Trehuaco	III	104.221
101	25-03	-36.221	-73.617	42.6	5	Cobquecura	III	86.049
						Concepción	II	95.126
						Pelluhue	IV	107.189
						Talcahuano	II	82.944
						Tomé	II	85.71
103	26-03	-31.063	-71.798	30.5	4.9	Canela	IV	58.641
						Coquimbo	IV	135.082
						La Serena	IV	142.905
104	27-03	-29.905	-71.286	55.7	3.9	Coquimbo	II	56.108
						La Higuera	III	71.683
						La Serena	II	55.811
106	01-04	-29.344	-71.586	45	5.1	Copiapó	III	256.169
						Coquimbo	V	84.726
						Freirina	III	115.709
						Huasco	III	114.94
						La Higuera	V	57.313
						La Serena	V	83.18
						Ovalle	IV	149.837
111	03-04	-36.045	-73.763	32.2	4.9	Cobquecura	III	93.631
						Concepción	III	113.358
						San Pedro de la Paz	III	110.057
						Talcahuano	III	100.069
113	13-04	-40.2	-73.736	47.3	4.7	Corral	IV	65.385
						Mariquina	III	110.874
						Mehuín	IV	106.588
						Puerto Montt	III	163.681
						San Juan de la Costa	IV	65.565
						Valdivia	III	77.776
115	13-04	-31.051	-71.771	45	4	Canela	III	66.87
116	14-04	-22.688	-70.272	66.5	4.4	Tocopilla	IV	96.207
117	14-04	-32.706	-71.723	26.3	4	Viña del Mar	III	48.306
						Zapallar	III	40.467
118	14-04	-32.653	-71.812	23.6	3.5	Viña del Mar	II	55.047
						Zapallar	III	42.202
119	17-04	-32.697	-71.811	24.7	4	Puchuncaví	III	44.592
						Valparaíso	II	50.839

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	<i>h</i> [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
121	18-04	-19.37	-70.181	39	4	Cuya	IV	45.47
						Pisagua	II	46.806
125	22-04	-37.707	-73.882	22.5	5.1	Arauco	IV	74.635
						Cabrero	II	152.22
						Concepción	III	123.86
						Hualpén	III	126.641
						Lebu	IV	32.002
						Los Álamos	III	44.073
						San Pedro de la Paz	III	120.463
						Talcahuano	III	131.114
126	23-04	-30.092	-71.316	65	3.6	Coquimbo	III	66.915
						La Serena	III	68.718
128	24-04	-25.589	-70.533	60.1	3.7	Taltal	III	63.563
129	26-04	-32.347	-71.729	27.2	4.5	Zapallar	II	42.139
131	29-04	-27.904	-71.115	59.4	4.4	Copiapó	III	115.173
						Freirina	II	89.177
						Huasco	II	85.576
132	30-04	-20.395	-70.039	50.4	3.1	Alto Hospicio	II	52.796
136	09-05	-27.334	-70.809	48.3	3.3	Caldera	III	56.718
						Copiapó	III	68.656
137	10-05	-22.409	-70.16	40.9	2.6	Tocopilla	IV	56.028
138	10-05	-32.012	-71.459	48.7	3.8	Zapallar	II	75.736
140	13-05	-29.921	-71.285	59.8	4.5	Coquimbo	V	60.066
						La Higuera	IV	75.996
						La Serena	V	59.941
141	14-05	-28.784	-71.434	38	5.3	Copiapó	III	195.454
						Coquimbo	IV	135.605
						Freirina	IV	61.038
						Huasco	III	57.224
						La Serena	IV	131.149
142	14-05	-31.551	-71.587	47.3	4	Canela	III	51.853
143	15-05	-29.545	-71.178	55.1	5	Coquimbo	IV	72.759
						La Higuera	V	55.995
						La Serena	IV	68.164
144	15-05	-29.692	-71.289	60	3.9	Coquimbo	III	66.656
						La Higuera	III	63.729
						La Serena	III	64.423
145	16-05	-33.093	-71.908	28.7	4.5	El Quisco	III	48.661
						Navidad	III	98.063
						Valparaíso	III	38.598
						Viña del Mar	III	45.732
151	22-05	-20.193	-70.829	40	5.3	Alto Hospicio	IV	85.973
						Iquique	IV	79.942
153	23-05	-20.231	-70.856	31.7	4.4	Alto Hospicio	III	84.706
						Iquique	III	78.655
155	23-05	-20.194	-70.816	22.4	4.4	Alto Hospicio	III	78.023
						Iquique	III	71.455
158	28-05	-20.136	-70.105	42.5	4	Alto Hospicio	III	44.969
						Iquique	III	43.927
						Pisagua	III	74.185
159	29-05	-20.024	-70.38	36.1	3.7	Alto Hospicio	II	53.556
						Iquique	II	47.551

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Pisagua	III	61.819
161	31-05	-19.91	-70.911	32	4.9	Alto Hospicio	II	98.635
						Iquique	III	90.862
163	01-06	-33.908	-72.506	35.5	5	Algarrobo	III	104.381
						El Quisco	III	100.016
						Litueche	III	83.077
						Navidad	IV	71.652
						Paredones	III	106.086
						San Antonio	III	95.82
						Valparaíso	IV	128.569
						Viña del Mar	III	137.218
165	04-06	-28.774	-71.444	41.5	4.7	Coquimbo	II	137.759
						Freirina	III	63.291
						Huasco	IV	59.277
						La Higuera	III	92.477
						La Serena	II	133.387
167	07-06	-28.33	-71.338	38.3	4.6	Copiapó	III	151.551
						Freirina	III	50.301
						Huasco	III	42.26
169	09-06	-20.2	-70.931	32	4.4	Alto Hospicio	III	92.347
						Iquique	III	86.014
173	13-06	-32.897	-71.374	43.4	3.6	Puchuncaví	III	47.255
						Zapallar	IV	60.008
176	17-06	-29.513	-71.736	37.8	4.2	Coquimbo	II	72.935
						La Serena	II	74.172
177	17-06	-20.24	-70.752	20.1	4.3	Alto Hospicio	III	70.571
						Iquique	III	64.373
178	19-06	-33.347	-71.76	34.9	3.5	El Quisco	III	35.832
						San Antonio	III	46.777
						Santo Domingo	II	49.031
179	19-06	-36.274	-73.999	31	6	Arauco	IV	128.497
						Concepción	IV	109.94
						Constitución	II	179.14
						Coronel	IV	117.653
						Hualpén	IV	104.544
						Lebu	IV	155.862
						Los Álamos	V	159.973
						Lota	IV	122.627
						Pelluhue	IV	135.645
						Penco	IV	109.022
						San Pedro de la Paz	IV	105.351
						Talcahuano	IV	98.278
						Tirúa	V	235.589
						Toltén	III	336.236
						Tomé	IV	106.215
180	20-06	-36.277	-73.724	30.4	4.7	Concepción	IV	91.725
						Hualpén	III	86.058
181	20-06	-36.224	-73.601	14.6	4.5	Cobquecura	III	74.822
						Coelemu	III	87.127
						Concepción	III	85.191
						Hualpén	III	79.053
						Penco	III	80.646
						San Pedro de la Paz	III	81.843
						Talcahuano	III	71.514
						Tomé	III	74.464
						Trehuaco	III	88.259
182	20-06	-36.333	-73.79	35	4	Concepción	II	93.417

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Coronel	III	102.44
						Lota	III	107.949
						San Pedro de la Paz	II	89.25
						Talcahuano	II	81.821
						Tomé	III	88.876
185	24-06	-32.711	-71.732	16.6	3.8	Puchuncaví	III	33.942
						Valparaíso	III	43.955
186	24-06	-32.734	-71.776	29.4	3.6	Puchuncaví	III	44.66
						Zapallar	III	46.928
188	25-06	-36.776	-73.981	25.7	4.5	Arauco	III	83.366
						Concepción	IV	87.131
						Coronel	IV	84.246
						Hualpén	IV	84.097
						Lota	III	85.631
						Penco	III	92.747
						San Pedro de la Paz	IV	81.459
						Talcahuano	IV	81.477
193	05-07	-26.916	-70.79	39	3.6	Caldera	III	42.553
194	05-07	-36.758	-73.631	32.1	3.8	Cabrero	II	118.409
						Concepción	III	61.523
						Hualpén	III	58.539
						Lota	III	65.057
						Talcahuano	III	56.149
196	06-07	-30.898	-71.496	85.1	4.3	Ovalle	II	96.286
201	16-07	-29.533	-71.75	31	5.3	Coquimbo	II	68.899
						La Serena	II	70.536
202	17-07	-35.54	-73.35	35.1	5.1	Chanco	IV	84.678
						Cobquecura	IV	90.084
						Concepción	III	150.626
						Constitución	IV	94.368
						Hualpén	III	144.787
						Iloca	III	129.425
						Pelluhue	IV	80.709
						Talcahuano	III	137.275
203	19-07	-31.71	-71.81	32.1	4.6	Canela	II	58.169
204	24-07	-20.29	-70.174	38.2	5.3	Alto Hospicio	VI	38.951
						Arica	III	206.143
						Iquique	VI	39.062
205	24-07	-26.941	-70.82	45	4.7	Caldera	IV	47.136
						Chañaral	III	84.158
						Copiapó	IV	82.253
210	29-07	-20.222	-70.14	24	3.1	Alto Hospicio	II	24.811
						Iquique	II	24.172
213	02-08	-27.324	-70.964	61	3.4	Copiapó	III	88.534
216	10-08	-29.485	-71.213	55.1	5.1	Copiapó	III	257.224
						Coquimbo	V	76.49
						Freirina	III	123.528
						La Higuera	V	55.373
						La Serena	V	71.994
217	10-08	-33.634	-71.515	32.8	3.9	Cartagena	III	35.005
						El Quisco	II	45.259
						El Tabo	III	41.156
						San Antonio	III	34.344
						Santo Domingo	III	34.519
218	11-08	-31.732	-71.606	41.9	5.3	Canela	IV	57.79

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Coquimbo	II	204.389
						La Serena	II	210.908
						Los Vilos	III	46.652
						Puchuncaví	IV	120.385
						San Antonio	III	212.127
						Valparaíso	IV	154.426
						Viña del Mar	IV	150.924
						Zapallar	IV	99.396
221	13-08	-37.962	-73.66	40	5.2	Arauco	III	93.746
						Concepción	III	142.343
						Lebu	III	55.459
224	18-08	-32.704	-71.494	27.9	3.5	Valparaíso	III	50.802
						Zapallar	IV	33.87
226	21-08	-37.152	-73.28	25.8	3.7	Concepción	III	48.406
						Coronel	III	32.582
						Lota	III	28.757
						San Pedro de la Paz	III	46.215
228	23-08	-20.354	-70.286	45.8	4.2	Alto Hospicio	III	50.459
						Iquique	III	49.845
229	23-08	-19.679	-70.249	68.5	4.4	Cuya	III	89.911
						Pisagua	III	69.144
230	23-08	-29.719	-71.263	48.5	6	Caldera	II	302.268
						Copiapó	III	281.546
						Coquimbo	VI	55.311
						Huasco	III	149.424
						La Higuera	VI	54.284
						La Serena	VI	52.534
						Ovalle	IV	107.889
						Puchuncaví	III	339.331
						San Antonio	II	436.09
						Santo Domingo	II	440.278
						Valparaíso	III	377.539
						Viña del Mar	III	373.002
232	23-08	-29.844	-71.239	44.9	4.3	Coquimbo	III	47.304
						La Higuera	III	59.074
						La Serena	III	45.343
233	24-08	-29.873	-71.237	44.6	3.7	Coquimbo	II	46.352
						La Serena	II	44.719
234	24-08	-29.882	-71.252	44.7	5.2	Copiapó	III	297.531
						Coquimbo	IV	46.006
						La Higuera	IV	61.713
						La Serena	IV	44.745
						Ovalle	II	90.071
235	24-08	-29.881	-71.275	44	3.2	Coquimbo	II	45.015
						La Serena	II	44.117
237	25-08	-29.795	-71.201	63.2	4.5	Coquimbo	III	66.743
						La Higuera	III	71.507
						La Serena	III	64.446
						Ovalle	II	108.116
238	26-08	-29.699	-71.178	46.7	4	Coquimbo	III	56.447
						La Higuera	IV	52.399
						La Serena	III	52.25
242	01-09	-33.784	-72.242	37.5	4.4	Algarrobo	III	79.946
						El Quisco	III	75.817
						Pichilemu	III	79.711
						San Antonio	III	71.9
						Santo Domingo	III	69.784

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Valparaíso	III	104.65
						Viña del Mar	III	112.687
245	05-09	-37.906	-73.595	38	5	Arauco	III	85.866
						Concepción	III	134.174
						Lebu	IV	50.023
						Saavedra	II	106.153
						Tirúa	IV	61.425
248	10-09	-33.308	-71.884	35.2	3.3	Cartagena	III	51.603
						El Tabo	III	43.549
						San Antonio	III	53.969
						Santo Domingo	II	55.985
249	14-09	-24.978	-70.283	26.2	4.6	Copiapó	II	267.252
						Taltal	II	58.287
250	15-09	-33.811	-71.989	35.1	4	Navidad	III	40.307
251	15-09	-19.97	-71.062	38.7	5.1	Alto Hospicio	III	112.355
						Iquique	III	104.987
253	16-09	-19.926	-70.961	33.8	4.9	Alto Hospicio	III	103.04
						Iquique	III	95.377
254	16-09	-31.553	-71.864	11.1	8.4	Algarrobo	IV	69.203
						Bucalemu	IV	209.987
						Caldera	V	372.854
						Concepción	IV	461.532
						Constitución	V	289.216
						Copiapó	V	349.161
						Coquimbo	VIII	52.962
						El Quisco	VII	72.57
						Huasco	V	215.997
						La Serena	VIII	59.771
						Lebu	III	559.857
						Litueche	V	150.642
						Los Vilos	VIII	23.837
						Navidad	VI	130.645
						Pichilemu	IV	181.07
						Puchuncaví	VI	30.404
						Saavedra	IV	681.367
						San Antonio	VII	94.183
						San Pedro de la Paz	IV	462.618
						Toltén	IV	726.872
						Valparaíso	VI	39.512
256	16-09	-31.719	-72.018	35.1	6	Valparaíso	III	158.363
257	16-09	-31.127	-71.665	45	6.5	Coquimbo	V	142.102
						La Serena	V	149.149
						Los Vilos	V	98.125
						Ovalle	III	87.497
						Valparaíso	IV	220.619
						Zapallar	V	163.945
260	17-09	-31.461	-71.704	53.3	5.8	Copiapó	III	477.375
						Coquimbo	VI	179.929
						La Higuera	IV	228.509
						La Serena	VI	186.803
						Los Vilos	VI	74.461
						Navidad	V	280.564
						Paredones	IV	359.679
						Pichilemu	IV	330.81
						Puchuncaví	V	153.732
						San Antonio	IV	244.145
						Valparaíso	V	186.677
						Zapallar	V	132.62

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
262	17-09	-31.532	-71.755	41.5	6.6	Algarrobo	V	208.611
						Cartagena	V	228.917
						Constitución	IV	429.771
						Copiapó	III	485.083
						Coquimbo	VI	185.309
						Coquimbo	VI	185.309
						El Quisco	V	212.11
						El Tabo	V	217.667
						Freirina	IV	346.271
						La Higuera	VI	234.592
						La Serena	V	192.415
						Los Vilos	V	62.533
						Navidad	VI	270.582
						Ovalle	V	125.122
						Paredones	III	350.058
						Pichilemu	IV	320.917
						San Antonio	V	234.286
Santo Domingo	V	238.265						
Valparaíso	VI	176.223						
Zapallar	V	122.007						
263	17-09	-31.402	-71.923	34.5	5.7	Algarrobo	III	222.779
						Cartagena	III	243.532
						El Quisco	III	226.071
						El Tabo	III	231.857
						Los Vilos	III	75.84
						San Antonio	III	248.805
						Santo Domingo	III	252.707
						Valparaíso	III	190.533
264	17-09	-31.601	-71.408	38.8	5	Canela	IV	44.966
						Coquimbo	IV	187.974
						La Higuera	II	237.455
						La Serena	IV	193.868
						Los Vilos	III	52.155
						Ovalle	III	121.394
265	17-09	-30.536	-71.632	29.7	5.3	Coquimbo	II	77.197
						La Serena	II	85.065
						Los Vilos	IV	155.11
						Ovalle	III	51.236
266	17-09	-30.933	-71.459	51.1	5	Coquimbo	II	121.368
						La Serena	II	127.408
						Ovalle	IV	68.854
267	17-09	-32.142	-72.107	24.5	5.2	Los Vilos	III	66.473
						Valparaíso	III	114.888
268	17-09	-30.694	-71.559	31.9	4.9	Coquimbo	II	91.351
						La Higuera	II	139.519
						La Serena	II	98.513
						Los Vilos	II	138.048
269	17-09	-30.12	-72.11	37	4.5	Coquimbo	IV	85.584
						La Serena	IV	93.947
						Zapallar	III	278.129
270	17-09	-31.143	-72.173	33.6	6	Navidad	III	314.069
						San Antonio	III	280.614
						Zapallar	IV	172.035
271	17-09	-31.956	-72.74	52.8	4.3	Navidad	III	241.994
272	17-09	-30.937	-71.996	32	5.7	Canela	III	79.99
						Coquimbo	III	130.78
						La Serena	III	139.369
						Los Vilos	III	120.863

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Zapallar	III	187.458
274	17-09	-31.504	-71.737	41.8	4.9	Los Vilos	III	64.238
						Valparaíso	III	179.215
						Zapallar	V	124.6
275	17-09	-30.06	-71.77	37	5.4	Canela	IV	156.75
						Coquimbo	III	57.373
						La Serena	III	64.779
276	17-09	-31.734	-70.891	40	5	Valparaíso	III	168.98
						Zapallar	III	111.736
277	17-09	-30.085	-71.651	27.8	5.5	Coquimbo	VI	44.01
						Freirina	II	187.267
						La Higuera	VI	79.886
						La Serena	VI	51.854
						Valparaíso	II	333.121
278	17-09	-31.03	-71.97	33	5.5	Canela	V	72.428
						Coquimbo	IV	138.691
						La Serena	IV	147.069
						Ovalle	IV	94.657
						Zapallar	III	177.158
279	17-09	-32.018	-72.041	34.6	5.1	Zapallar	IV	86.134
280	17-09	-31.55	-71.535	55	3.8	Los Vilos	II	67.424
						Zapallar	III	122.641
281	17-09	-31.404	-71.635	30.4	4.3	El Quisco	II	224.349
						Zapallar	II	130.286
282	17-09	-31.532	-72.092	28.7	4.2	Canela	III	68.922
283	17-09	-31.437	-71.681	37.4	4.7	Canela	IV	43.556
						Coquimbo	III	172.893
						La Serena	III	179.858
						Zapallar	III	129.218
284	18-09	-32.442	-72.198	34.6	4.2	El Quisco	II	121.487
						Viña del Mar	III	97.1
						Zapallar	III	77.563
285	18-09	-31.447	-71.53	45.1	5.1	Canela	IV	46.034
						Coquimbo	IV	173.651
						La Serena	IV	179.994
						Los Vilos	IV	67.665
						Puchuncaví	III	150.476
						Viña del Mar	IV	182.222
						Zapallar	V	129.17
286	18-09	-31.753	-72.067	33.7	4.9	El Quisco	II	189.624
						Zapallar	III	109.09
287	18-09	-31.851	-71.986	15.1	4.8	Zapallar	III	91.653
288	18-09	-31.664	-71.647	33	5	Canela	III	47.97
						Zapallar	IV	103.624
289	18-09	-30.439	-71.876	23.4	4.4	Coquimbo	III	78.91
						La Serena	III	88.076
290	18-09	-31.112	-72.031	38.9	4.2	Zapallar	III	171.537
291	18-09	-31.376	-71.559	40.9	4.5	Canela	IV	42.276
						Coquimbo	III	165.327
						La Serena	III	171.849
						Los Vilos	IV	71.353
						Zapallar	III	135.417
292	18-09	-30.92	-72.39	33	6.3	Navidad	III	341.197
						San Antonio	II	309.1

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Valparaíso	V	251.868
						Zapallar	III	202.731
293	18-09	-31.588	-71.455	38.7	4.3	Canela	III	43.999
						El Quisco	II	206.7
						Los Vilos	III	52.331
						Zapallar	III	112.095
294	18-09	-32.329	-72.818	39.3	4.1	El Quisco	II	163.762
						San Antonio	II	185.271
						Zapallar	III	134.942
295	18-09	-31.432	-71.854	25.5	5.2	Valparaíso	III	184.98
						Viña del Mar	III	182.601
						Zapallar	IV	130.473
296	18-09	-31.012	-71.667	31.2	4.6	Valparaíso	III	230.902
						Zapallar	III	173.222
297	18-09	-32.445	-72.071	44.7	4.1	El Quisco	II	120.477
						Valparaíso	II	92.117
						Zapallar	II	72.895
299	18-09	-31.734	-72.071	26.4	4.8	El Quisco	II	190.593
						Valparaíso	II	156.32
						Zapallar	II	108.987
300	18-09	-30.111	-71.545	15.7	4.7	Canela	IV	144.637
						Coquimbo	V	31.376
						La Serena	V	40.065
301	18-09	-32.393	-71.819	30.1	4.2	Concón	III	71.515
						Puchuncaví	III	61.371
						Valparaíso	III	82.711
						Viña del Mar	III	81.881
302	18-09	-30.612	-71.906	29.4	4.9	Coquimbo	III	96.482
						La Serena	III	105.339
303	18-09	-31.634	-71.58	30	4.3	Canela	III	41.598
						Zapallar	II	105.024
304	18-09	-30.796	-71.753	27.8	4.9	Zapallar	II	197.255
306	18-09	-31.538	-71.773	34	5.5	Canela	IV	48.282
						Los Vilos	IV	58.05
						Ovalle	III	124.15
						San Antonio	II	232.517
						Valparaíso	III	174.078
						Viña del Mar	III	171.38
						Zapallar	IV	119.446
307	19-09	-30.424	-72.489	47.6	5	Viña del Mar	II	308.282
309	19-09	-29.681	-72.213	37	6.4	Coquimbo	IV	97.514
						La Serena	IV	103.138
310	19-09	-31.824	-71.623	49.5	4.2	Zapallar	III	94.325
311	19-09	-31.789	-71.506	40.1	4.6	Valparaíso	II	148.297
						Zapallar	V	92.093
312	19-09	-28.838	-71.317	43.2	4.9	Copiapó	III	195.422
						Coquimbo	IV	131.118
						Huasco	IV	61.862
						La Serena	IV	126.037
						Zapallar	III	413.846
313	19-09	-30.159	-72.136	44.9	5.2	Coquimbo	III	92.363
						La Serena	III	100.596
						Ovalle	II	111.176
						Zapallar	III	275.685

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
314	19-09	-31.128	-71.579	33.3	6	Algarrobo	II	251.599
						Canela	IV	46.656
						Coquimbo	V	137.312
						El Quisco	II	255.361
						La Higuera	III	186.645
						La Serena	V	144.148
						Navidad	III	314.953
						Ovalle	IV	78.064
						San Antonio	III	277.213
						Valparaíso	IV	218.463
Zapallar	V	160.265						
316	19-09	-32.299	-71.866	29.5	6.3	Puchuncaví	IV	70.635
						Valparaíso	IV	93.059
						Viña del Mar	IV	92.349
						Zapallar	V	54.391
317	19-09	-32.443	-71.834	32.2	4.7	El Quisco	II	112.002
						San Antonio	III	134.317
						Valparaíso	III	78.858
						Zapallar	III	48.228
318	19-09	-30.606	-71.924	26.6	5.4	Coquimbo	IV	96.159
						La Higuera	III	140.813
						La Serena	IV	105.14
319	19-09	-32.527	-72.183	43.3	4	El Quisco	II	115.647
						Zapallar	III	79.947
320	19-09	-32.378	-71.881	7.2	4.3	El Quisco	II	115.259
						Los Vilos	III	63.673
						Valparaíso	III	80.487
321	19-09	-32.406	-71.791	28.9	4.2	El Quisco	III	114.683
322	19-09	-32.363	-71.782	37.3	4.6	Valparaíso	III	87.916
						Zapallar	III	51.251
324	19-09	-41.678	-75.477	20	4.4	Quellón	II	223.186
325	19-09	-33.077	-72.097	25.1	4.3	San Antonio	II	77.616
						Valparaíso	II	50.045
328	20-09	-30.596	-71.609	31.8	4.8	Coquimbo	III	82.958
						La Serena	III	90.54
						Los Vilos	II	148.864
329	20-09	-31.696	-72.392	31.9	3.7	Canela	III	100.319
331	20-09	-30.592	-71.738	38	5.2	Canela	IV	101.469
						Coquimbo	IV	89.765
						La Serena	IV	97.8
						Ovalle	IV	64.053
333	20-09	-30.658	-71.737	37.2	4.8	Canela	III	94.667
						Coquimbo	IV	95.353
						La Serena	IV	103.338
						Ovalle	III	64.015
335	20-09	-30.899	-71.767	36.7	4	Canela	IV	73.309
						Ovalle	III	74.281
336	20-09	-30.586	-71.792	36.5	5	Canela	IV	103.04
						Coquimbo	II	90.992
						La Serena	II	99.306
339	20-09	-29.999	-71.808	37	4	Canela	III	163.961
						Coquimbo	III	59.125
						La Serena	III	66.214
340	20-09	-37.291	-73.985	20	4.4	Arauco	II	62.615
						Concepción	III	99.278

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Coronel	III	83.808
						Hualpén	III	99.896
						Lebu	II	50.963
						Lota	III	79.16
						Penco	III	110.15
						Talcahuano	III	101.942
341	21-09	-31.759	-71.737	40.7	6.2	Coquimbo	VI	208.977
						Freirina	II	370.533
						La Higuera	IV	258.598
						La Serena	VI	215.886
						Navidad	IV	245.575
						Pichidangui	VI	61.341
						Pichilemu	II	295.973
						Santo Domingo	VI	213.219
						Valparaíso	VI	151.507
						Zapallar	VI	98.658
343	21-09	-30.1	-71.924	30.1	4.2	Coquimbo	III	66.517
						La Serena	III	74.935
344	21-09	-31.113	-71.805	29.1	6	Canela	V	54.884
						Coquimbo	IV	140.112
						La Higuera	III	188.99
						La Serena	IV	147.912
						Los Vilos	III	96.309
						Ovalle	III	87.478
						Puchuncaví	III	186.376
						San Antonio	III	278.953
						Valparaíso	IV	220.068
						Zapallar	IV	163.926
345	21-09	-30.687	-71.629	30	4.4	Canela	III	86.564
						Coquimbo	IV	91.836
						La Higuera	III	139.86
						La Serena	IV	99.457
						Ovalle	III	52.16
346	21-09	-31.757	-71.551	12.5	6.7	Canela	VII	28.578
						Concepción	III	574.551
						Concón	VI	114.252
						Constitución	II	392.314
						Copiapó	III	485.116
						Coquimbo	VI	186.925
						La Higuera	V	237.194
						La Serena	VI	193.081
						Los Vilos	VI	12.851
						Navidad	IV	227.541
						Ovalle	V	118.765
						Puchuncaví	VI	94.363
						Talcahuano	III	565.029
						Toltén	II	835.949
						Valparaíso	VI	130.758
						Zapallar	VI	72.243
347	21-09	-31.081	-71.693	33.7	5.8	Canela	IV	54.161
						Coquimbo	V	134.778
						La Higuera	IV	183.738
						La Serena	V	142.139
						Los Vilos	III	98.637
						Ovalle	III	80.113
						Papudo	III	165.003
						San Antonio	II	282.524
						Valparaíso	IV	223.707
						Zapallar	IV	166.512
348	21-09	-31.772	-71.581	36.4	6	Canela	III	56.511

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Concón	IV	132.695
						Coquimbo	III	207.397
						La Serena	III	213.852
						Los Vilos	IV	39.556
						Navidad	III	244.466
						Ovalle	IV	141.929
						Quintero	V	118.371
						San Antonio	III	206.75
						Valparaíso	IV	148.765
						Viña del Mar	IV	145.088
						Zapallar	V	92.832
349	21-09	-32.173	-71.912	35.3	4.6	Concón	II	97.421
						Zapallar	III	67.899
351	22-09	-32.247	-71.759	24.7	4.5	Zapallar	IV	48.78
353	22-09	-30.972	-71.734	32.6	4.4	Coquimbo	II	124.382
						La Serena	II	132.052
354	22-09	-31.024	-71.571	44	5	Canela	IV	61.816
						Coquimbo	III	129.404
						La Serena	III	136.123
						Ovalle	IV	74.824
						Zapallar	III	173.931
356	23-09	-31.351	-72.009	28.2	5	Canela	III	60.408
357	23-09	-31.638	-71.897	40.1	5.1	Canela	IV	64.068
						Valparaíso	II	165.949
						Zapallar	III	114.87
361	24-09	-31.692	-71.524	36	4.8	Canela	III	49.007
						Los Vilos	III	42.809
						Valparaíso	II	157.579
						Zapallar	III	100.448
362	24-09	-32.296	-71.828	35.1	4.5	Papudo	IV	55.699
						Valparaíso	III	94.525
						Zapallar	III	55.516
363	24-09	-30.703	-71.397	50	5.4	Canela	III	92.444
						Coquimbo	V	97.795
						La Higuera	IV	143.488
						La Serena	V	103.385
						Los Vilos	III	142.784
						Ovalle	IV	55.082
						Zapallar	III	209.868
365	25-09	-30.656	-71.919	34.6	5.1	Coquimbo	III	102.581
						La Serena	III	111.283
366	25-09	-30.795	-71.418	40.2	6.3	Caldera	III	420.884
						Canela	VI	78.493
						Chañaral	III	504.433
						Constitución	III	515.69
						Copiapó	V	397.896
						Coquimbo	VII	102.617
						El Quisco	III	294
						Huasco	VI	264.82
						La Higuera	VII	150.354
						La Serena	VII	108.63
						Los Vilos	V	129.756
						Navidad	III	353.858
						San Antonio	V	315.403
						Valparaíso	V	256.917
						Viña del Mar	III	252.595
						Zapallar	V	197.661
371	26-09	-32.929	-72.34	41.2	4	Valparaíso	II	79.355

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Zapallar	III	101.46
372	26-09	-31.828	-71.952	37.2	4.6	Valparaíso	III	146.005
						Viña del Mar	III	144.734
						Zapallar	III	98.22
373	27-09	-30.636	-71.72	32.3	4.9	Canela	IV	94.579
						Coquimbo	II	90.824
						La Serena	II	98.907
374	27-09	-30.729	-71.462	41.8	4.6	Canela	III	85.603
						Coquimbo	II	97.055
						La Serena	II	103.32
						Ovalle	IV	51.38
375	27-09	-31.678	-71.535	41.7	5.3	Los Vilos	IV	48.503
						Puchuncaví	IV	125.126
						Valparaíso	III	160.416
						Zapallar	III	104.112
376	27-09	-31.27	-71.799	23.1	4.8	Canela	IV	42.962
						Los Vilos	III	78.562
						Valparaíso	II	201.989
						Zapallar	II	145.941
377	27-09	-30.911	-71.432	41.4	4.4	Huasco	II	277.828
						Los Vilos	III	117.902
378	28-09	-31.422	-71.369	50.1	4	Canela	III	50.747
						Ovalle	IV	107.195
380	28-09	-31.639	-71.403	41.1	4.1	Valparaíso	III	165.632
381	28-09	-33.035	-72.201	32	4.3	San Antonio	III	89.164
						Valparaíso	III	62.02
						Zapallar	III	94.016
382	29-09	-33.036	-72.034	31.1	3.9	Valparaíso	III	48.781
383	29-09	-33.009	-72.225	21.9	4.4	El Quisco	III	69.109
						El Tabo	III	74.853
						San Antonio	III	89.606
						Viña del Mar	III	68.262
385	29-09	-31.77	-71.318	50.1	4.3	Algarrobo	II	187.632
						El Tabo	II	196.408
						Los Vilos	III	55.445
						Papudo	III	97.882
						Zapallar	IV	99.615
386	29-09	-30.663	-71.724	36.6	4.9	Coquimbo	III	95.084
						La Serena	III	103.024
						Los Vilos	IV	143.855
						Valparaíso	III	270.244
						Zapallar	III	212.788
387	30-09	-30.64	-71.717	35.8	4.7	Coquimbo	III	92.38
						La Serena	III	100.34
388	30-09	-31.76	-72.034	30	4.2	Zapallar	III	105.758
389	30-09	-30.729	-71.405	48.6	4.6	Coquimbo	II	99.646
						La Serena	II	105.348
390	30-09	-30.719	-71.428	48.5	4.8	Coquimbo	II	98.808
						La Higuera	II	144.927
						La Serena	II	104.664
391	01-10	-32.646	-71.569	25.1	4	Puchuncaví	IV	30.443
						Valparaíso	III	53.501
						Zapallar	IV	29.659
392	01-10	-29.732	-71.317	52.6	4.2	Coquimbo	III	57.949

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						La Serena	III	56.2
393	01-10	-32.8	-72.08	23.4	4.2	Valparaíso	III	56.395
						Zapallar	II	68.71
394	01-10	-32.863	-72.005	28	4.4	Valparaíso	IV	50.096
395	02-10	-32.069	-71.779	39	4.3	San Antonio	II	175.502
397	02-10	-30.579	-71.6	32.5	4.9	Canela	IV	98.059
						Coquimbo	III	81.325
						La Serena	III	88.852
						Ovalle	IV	50.26
398	02-10	-33.819	-71.896	42.7	4.1	Cartagena	II	58.902
						El Quisco	II	65.783
						Navidad	III	44.925
						San Antonio	II	55.529
						Santo Domingo	II	53.239
						Valparaiso	III	97.07
399	03-10	-32.834	-72.029	25.2	4.1	Valparaíso	III	51.766
						Zapallar	III	67.239
400	03-10	-37.54	-73.736	27	6.1	Arauco	VI	56.027
						Cabrero	IV	133.495
						Concepción	V	102.906
						Lebu	V	29.327
						Los Álamos	VI	36.963
						San Pedro de la Paz	V	99.541
						Talcahuano	V	110.035
401	03-10	-30.368	-71.371	33.9	6	Canela	IV	120.019
						Copiapó	III	350.713
						Coquimbo	VI	57.686
						La Higuera	V	102.886
						La Serena	VI	63.233
						Ovalle	V	44.629
						Valparaíso	III	303.403
						Viña del Mar	III	299.002
						Zapallar	III	243.554
402	03-10	-29.858	-71.644	38.8	5.3	Coquimbo	IV	50.118
						La Higuera	V	66.471
						La Serena	IV	54.536
						Ovalle	III	99.28
403	03-10	-29.989	-71.534	25.9	4.7	Coquimbo	III	32.638
						La Serena	III	38.971
405	03-10	-32.611	-72.084	28.1	3.6	Zapallar	III	64.902
406	04-10	-30.373	-72.199	22.2	5.5	Coquimbo	IV	98.12
						La Serena	IV	107.575
407	04-10	-30.653	-71.623	33	5.1	Canela	III	90.985
						Coquimbo	V	89.356
						La Serena	V	96.909
						Ovalle	IV	52.827
						Valparaíso	II	270.746
						Zapallar	III	212.392
408	04-10	-30.543	-72.176	31.8	4.8	Coquimbo	III	109.092
						La Serena	III	118.391
409	04-10	-30.343	-71.461	30.5	4.3	Coquimbo	III	54.73
						La Serena	III	61.425
						Ovalle	III	47.673
411	04-10	-31.796	-71.63	43.1	4.4	Canela	III	63.96
						Los Vilos	IV	45.891

Continúa en página siguiente

Tabla A.5 – Continuación

N°	Fecha	Lat [°]	Long [°]	h [km]	Mw	Localidad	MMI	Δ [km]
						Zapallar	III	93.949
412	06-10	-30.35	-71.466	29	6.1	Canela	IV	120.439
						Copiapó	III	351.129
						Coquimbo	VI	54.653
						La Higuera	IV	100.795
						La Serena	VI	61.489
						Navidad	III	401.462
						Ovalle	V	46.548
						Puchuncaví	IV	266.896
						San Antonio	III	363.239
						Valparaíso	IV	304.265
Zapallar	III	244.735						
413	06-10	-31.509	-71.47	15.1	5.1	Coquimbo	III	174.687
						La Serena	III	180.957
						Valparaíso	III	174.778
						Zapallar	II	114.987
414	06-10	-31.519	-71.513	41.6	3.6	Canela	III	44.066
415	06-10	-30.851	-71.46	46.3	5	Valparaíso	III	251.535
417	07-10	-30.296	-71.228	25.1	5.2	Canela	IV	127.236
						Coquimbo	V	47.068
						La Higuera	IV	92.173
						La Serena	V	50.772
						Ovalle	V	40.718

**DATOS DE PUNTOS DE
OBSERVACIÓN Y
SIMULACIONES DE TSUNAMI
REALIZADAS**

A continuación se presenta información referente a la posición de los puntos de observación y de las características de los escenarios seleccionados para el desarrollo de las simulaciones de tsunami empleadas en este trabajo.

B.1. Información puntos de observación

El detalle de la ubicación de los puntos de observación empleados para registrar los escenarios de tsunami desarrollados durante este trabajo y mostrados en las imágenes satelitales de la Figura 3.8 se presentan desde la Tabla B.1 a la B.9

Tabla B.1: Puntos de Observación, Arica.

N°	Nombre	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
1	aric	-18.476	-70.323
2	FPCMR682	-18.483	-70.333
3	FPCMR683	-18.467	-70.333
4	FPCMR684	-18.467	-70.317

Tabla B.2: Puntos de Observación, Iquique.

N°	Nombre	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
5	iqui	-20.205	-70.148
6	FPCMR690	-20.217	-70.167
7	FPCMR691	-20.200	-70.167
8	FPCMR692	-20.233	-70.167
9	FPCMR693	-20.183	-70.167
10	FPCMR694	-20.200	-70.150
11	FPCMR695	-20.183	-70.150

Tabla B.3: Puntos de Observación, Antofagasta.

N°	Nombre	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
12	anto	-23.653	-70.404
13	FPCMR713	-23.667	-70.433
14	FPCMR714	-23.650	-70.433
15	FPCMR715	-23.633	-70.433
16	FPCMR716	-23.617	-70.433
17	FPCMR717	-23.667	-70.417
18	FPCMR718	-23.650	-70.417
19	FPCMR719	-23.633	-70.417
20	FPCMR720	-23.617	-70.417
21	FPCMR721	-23.633	-70.400
22	FPCMR722	-23.617	-70.400

Tabla B.4: Puntos de Observación, Coquimbo.

N°	Nombre	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
23	coqu	-29.950	-71.335
24	FPCMR764	-29.950	-71.367
25	FPCMR765	-29.933	-71.367
26	FPCMR766	-29.950	-71.350
27	FPCMR767	-29.933	-71.350
28	FPCMR768	-29.950	-71.333
29	FPCMR769	-29.933	-71.333
30	FPCMR770	-29.950	-71.317
31	FPCMR771	-29.933	-71.317
32	FPCMR772	-29.933	-71.300

Tabla B.5: Puntos de Observación, Valparaíso.

N°	Nombre	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
33	valp	-33.027	-71.626
34	FPCMR789	-33.017	-71.650
35	FPCMR790	-33.000	-71.650
36	FPCMR791	-33.000	-71.633
37	FPCMR792	-33.017	-71.633
38	FPCMR793	-33.033	-71.617
39	FPCMR794	-33.017	-71.617
40	FPCMR795	-33.033	-71.600
41	FPCMR796	-33.017	-71.600
42	FPCMR797	-33.000	-71.600

Tabla B.6: Puntos de Observación, San Antonio.

N°	Nombre	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
43	sano	-33.582	-71.618
44	FPCMR798	-33.600	-71.650
45	FPCMR799	-33.583	-71.650
46	FPCMR800	-33.567	-71.650
47	FPCMR801	-33.600	-71.633
48	FPCMR802	-33.567	-71.633
49	FPCMR803	-33.583	-71.633
50	FPCMR804	-33.583	-71.617
51	FPCMR805	-33.567	-71.617

Tabla B.7: Puntos de Observación, Constitución.

N°	Nombre	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
52	const	-35.356	-72.458
53	FPCMR806	-35.350	-72.483
54	FPCMR807	-35.333	-72.483
55	FPCMR808	-35.350	-72.467
56	FPCMR809	-35.333	-72.467
57	FPCMR810	-35.350	-72.450
58	FPCMR811	-35.333	-72.450

Tabla B.8: Puntos de Observación, Talcahuano.

N°	Nombre	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
59	talc	-36.695	-73.106
60	FPCMR817	-36.717	-73.100
61	FPCMR818	-36.700	-73.100
62	FPCMR819	-36.683	-73.083
63	FPCMR820	-36.717	-73.083
64	FPCMR821	-36.700	-73.083

Tabla B.9: Puntos de Observación, Ancud.

N°	Nombre	Ubicación	
		Latitud [°]	Longitud [°]
65	ancu	-41.867	-73.833
66	FPCMR877	-41.867	-73.850
67	FPCMR878	-41.850	-73.850
68	FPCMR879	-41.867	-73.833
69	FPCMR880	-41.850	-73.833
70	FPCMR881	-41.867	-73.817
71	FPCMR882	-41.850	-73.817

B.2. Información escenarios empleados para simulaciones

En las siguientes tablas (B.10 a B.13) se encuentra la información requerida para la ejecución de las simulaciones de tsunami empleadas para la construcción de las curvas Nivel de peligro- $\text{MMI}-\Delta$

Tabla B.10: Escenarios de magnitud Mw 7.5 empleados para obtención niveles de peligro.

N° escenario	Latitud [°]	Longitud [°]	h [km]	θ [°]	ϕ [°]
352856	-18.052	-72.0529	15.1303	332.2	20
352857	-18.4493	-71.8312	15.1303	332.2	20
352858	-18.8466	-71.6085	15.1303	332.2	20
352859	-19.2439	-71.3846	15.1303	332.2	20
387956	-19.6262	-71.0057	15.1303	354.7	20
387957	-20.0734	-70.9605	15.1303	354.7	20
387958	-20.5206	-70.9149	15.1303	354.7	20
387959	-20.9678	-70.8689	15.1303	354.7	20
430037	-22.0365	-70.8078	15.1303	5.2	20
477481	-22.8718	-70.8984	15.1303	5.5	20
477482	-23.3188	-70.9439	15.1303	5.5	20
477483	-23.7659	-70.9897	15.1303	5.5	20
477484	-24.213	-71.0358	15.1303	5.5	20
630428	-26.0312	-71.193	15.1303	9	20
630433	-28.2492	-71.5866	15.1303	9	20
630435	-29.1365	-71.7486	15.1303	9	20
630436	-29.5801	-71.8308	15.1303	9	20
630437	-30.0237	-71.9137	15.1303	9	20
630438	-30.4673	-71.9973	15.1303	9	20
630442	-32.2417	-72.3402	15.1303	9	20
630443	-32.6853	-72.4282	15.1303	9	20
630444	-33.1289	-72.5171	15.1303	9	20
905741	-33.8123	-72.5297	15.1303	23.5	20
905743	-34.6361	-72.9607	15.1303	23.5	20
905744	-35.048	-73.1793	15.1303	23.5	20
905745	-35.4598	-73.4003	15.1303	23.5	20
905746	-35.8717	-73.6236	15.1303	23.5	20
905747	-36.2836	-73.8493	15.1303	23.5	20
905748	-36.6955	-74.0774	15.1303	23.5	20
989985	-38.5363	-74.3633	15.1303	9.3	20
1134013	-40.5874	-74.6802	15.1303	7.3	20
1134014	-41.0329	-74.7536	15.1303	7.3	20
1134015	-41.4784	-74.8279	15.1303	7.3	20

Continúa en página siguiente

Tabla B.10 – Continuación

N° escenario	Latitud [°]	Longitud [°]	h [km]	θ [°]	ϕ [°]
1134016	-41.9239	-74.9032	15.1303	7.3	20
1134017	-42.3694	-74.9796	15.1303	7.3	20
1134022	-44.5969	-75.3789	15.1303	7.3	20

Tabla B.11: Primera corrida de escenarios de magnitud Mw 8.0 empleados para obtención niveles de peligro.

N° escenario	Latitud [°]	Longitud [°]	h [km]	θ [°]	ϕ [°]
405502	-19.5786	-70.9756	16.40637	354.7	20
405503	-20.0258	-70.9301	16.40637	354.7	20
405504	-20.473	-70.8843	16.40637	354.7	20
440565	-21.9946	-70.7681	16.40637	5.2	20
498537	-23.2771	-70.9035	16.40637	5.5	20
498538	-23.7241	-70.9493	16.40637	5.5	20
498539	-24.1712	-70.9954	16.40637	5.5	20
697100	-25.9917	-71.149	16.40637	9	20
697105	-28.2098	-71.5433	16.40637	9	20
697108	-29.5406	-71.7879	16.40637	9	20
697109	-29.9842	-71.871	16.40637	9	20
697110	-30.4278	-71.9548	16.40637	9	20
697113	-31.7586	-72.2114	16.40637	9	20
697114	-32.2022	-72.2987	16.40637	9	20
697115	-32.6458	-72.3869	16.40637	9	20
933813	-33.3718	-72.2573	16.40637	23.5	20
933814	-33.7837	-72.4703	16.40637	23.5	20
933815	-34.1956	-72.6853	16.40637	23.5	20
933816	-34.6075	-72.9025	16.40637	23.5	20
933817	-35.0193	-73.1219	16.40637	23.5	20
933818	-35.4312	-73.3436	16.40637	23.5	20
933819	-35.8431	-73.5676	16.40637	23.5	20
1018053	-36.2808	-73.8645	16.40637	9.3	20
1018054	-36.7241	-73.952	16.40637	9.3	20
1018057	-38.0538	-74.2208	16.40637	9.3	20
1183139	-40.1015	-74.5559	16.40637	7.3	20
1183141	-40.9925	-74.7017	16.40637	7.3	20
1183142	-41.438	-74.7762	16.40637	7.3	20
1183143	-41.8834	-74.8517	16.40637	7.3	20

Continúa en página siguiente

Tabla B.11 – Continuación

N° escenario	Latitud [°]	Longitud [°]	h [km]	θ [°]	ϕ [°]
1183146	-43.2199	-75.0848	16.40637	7.3	20
1183150	-45.0019	-75.4124	16.40637	7.3	20
1680725	-19.1819	-71.4105	16.40637	331	20
1684235	-18.6763	-71.7597	16.40637	332	20
1687745	-18.1811	-72.177	16.40637	311.9	20

Tabla B.12: Segunda corrida de escenarios de magnitud Mw 8.0 empleados para obtención niveles de peligro.

N° escenario	Latitud [°]	Longitud [°]	h [km]	θ [°]	ϕ [°]
405522	-19.533	-70.4512	36.40637	354.7	20
405523	-19.9802	-70.4042	36.40637	354.7	20
405524	-20.4275	-70.3567	36.40637	354.7	20
440577	-22.0393	-70.2343	36.40637	5.2	20
498561	-23.3244	-70.3647	36.40637	5.5	20
498562	-23.7714	-70.4086	36.40637	5.5	20
498563	-24.2185	-70.4527	36.40637	5.5	20
697176	-26.0689	-70.6021	36.40637	9	20
697181	-28.287	-70.9851	36.40637	9	20
697184	-29.6178	-71.2225	36.40637	9	20
697185	-30.0614	-71.3031	36.40637	9	20
697186	-30.505	-71.3843	36.40637	9	20
697189	-31.8358	-71.6328	36.40637	9	20
697190	-32.2794	-71.7172	36.40637	9	20
697191	-32.723	-71.8026	36.40637	9	20
933845	-33.5686	-71.7074	36.40637	23.5	20
933846	-33.9805	-71.9182	36.40637	23.5	20
933847	-34.3924	-72.1309	36.40637	23.5	20
933848	-34.8043	-72.3458	36.40637	23.5	20
933849	-35.2162	-72.5629	36.40637	23.5	20
933850	-35.628	-72.7822	36.40637	23.5	20
933851	-36.0399	-73.0038	36.40637	23.5	20
1018085	-36.3606	-73.2523	36.40637	9.3	20
1018086	-36.8038	-73.3362	36.40637	9.3	20
1018089	-38.1335	-73.5938	36.40637	9.3	20
1183195	-40.1642	-73.9064	36.40637	7.3	20
1183197	-41.0552	-74.0435	36.40637	7.3	20

Continúa en página siguiente

Tabla B.12 – Continuación

N° escenario	Latitud [°]	Longitud [°]	h [km]	θ [°]	ϕ [°]
1183198	-41.5007	-74.1134	36.40637	7.3	20
1183199	-41.9462	-74.1842	36.40637	7.3	20
1183202	-43.2827	-74.4025	36.40637	7.3	20
1183206	-45.0646	-74.709	36.40637	7.3	20
1680729	-18.9426	-70.9513	36.40637	331	20
1684239	-18.4445	-71.2989	36.40637	332	20
1687749	-17.8137	-71.8296	36.40637	311.9	20

Tabla B.13: Escenarios de magnitud Mw 8.5 empleados para obtención niveles de peligro.

N° escenario	Latitud [°]	Longitud [°]	h [km]	θ [°]	ϕ [°]
519598	-23.508	-70.841	19.53586	5.5	20
519599	-23.9551	-70.8868	19.53586	5.5	20
519600	-24.4022	-70.9328	19.53586	5.5	20
526615	-21.9392	-70.728	17.82576	5.5	20
763804	-31.9925	-72.1658	19.53586	9	20
786021	-25.9972	-71.1087	17.82576	9	20
786026	-28.2153	-71.5036	17.82576	9	20
786029	-29.5461	-71.7489	17.82576	9	20
786030	-29.9897	-71.8321	17.82576	9	20
786031	-30.4333	-71.9162	17.82576	9	20
1046134	-36.515	-73.8101	19.53586	9.3	20
1046135	-36.9582	-73.8978	19.53586	9.3	20
1055494	-36.2866	-73.8168	17.82576	9.3	20
1055495	-36.7298	-73.9046	17.82576	9.3	20
1055500	-38.946	-74.3593	17.82576	9.3	20
1232283	-41.6704	-74.7086	19.53586	7.3	20
1232288	-43.8979	-75.0974	19.53586	7.3	20
1232290	-44.7889	-75.2614	19.53586	7.3	20
1248662	-40.9969	-74.6521	17.82576	7.3	20
1248663	-41.4423	-74.7267	17.82576	7.3	20
1248664	-41.8878	-74.8023	17.82576	7.3	20
1698275	-35.0507	-73.0036	19.53586	23.5	20
1699445	-34.828	-72.9408	17.82576	23.5	20
1701785	-33.9873	-72.5489	19.53586	23.3	20
1702955	-33.7125	-72.5339	17.82576	6.2	20
1705295	-32.8592	-72.258	19.53586	6.5	20

Continúa en página siguiente

Tabla B.13 – Continuación

N° escenario	Latitud [°]	Longitud [°]	h [km]	θ [°]	ϕ [°]
1706465	-32.6286	-72.2762	17.82576	6.5	20
1713485	-20.9084	-70.8325	17.82576	355.7	20
1715825	-20.1059	-70.9563	19.53586	356.6	20
1716995	-19.8507	-71.1128	17.82576	331.1	20
1720505	-18.7751	-71.6796	17.82576	331.2	20
1724015	-17.8413	-72.5001	17.82576	312	20

RESULTADOS DE SIMULACIONES

En el presente Anexo se incluyen los resultados de las simulaciones de los distintos escenarios ejecutados (presentados en el Anexo B. Para una visualización global de estos se incluye, para cada ciudad, la distribución de las amplitudes máximas de ola obtenidas por escenario, y para cada punto de observación asociado a cada ciudad; así como la distribución de estas simulaciones en la gráfica $M_w-\Delta$, que dan origen a las curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami.

En la distribución de amplitudes en función de la magnitud y la distancia puede verse para qué distancia al hipocentro se obtienen mayores amplitudes de tsunami, y es posible detectar inconsistencias en los resultados, si es que se llegase a observar, por ejemplo que mayores amplitudes de tsunami se obtienen para grandes distancias, o bien si un sismo de menor magnitud genera un tsunami considerablemente mayor que una magnitud superior. El resultado de este análisis se encuentra en la sección 3.3.2.2.

Por otro lado, las gráficas de dispersión de los resultados en términos de magnitud y distancia, permiten tener una idea de cómo serán aproximadamente las curvas que separarán los distintos niveles de peligro, ayudando a idear el algoritmo que permita definir un conjunto de curvas apropiado.

C.1. Arica

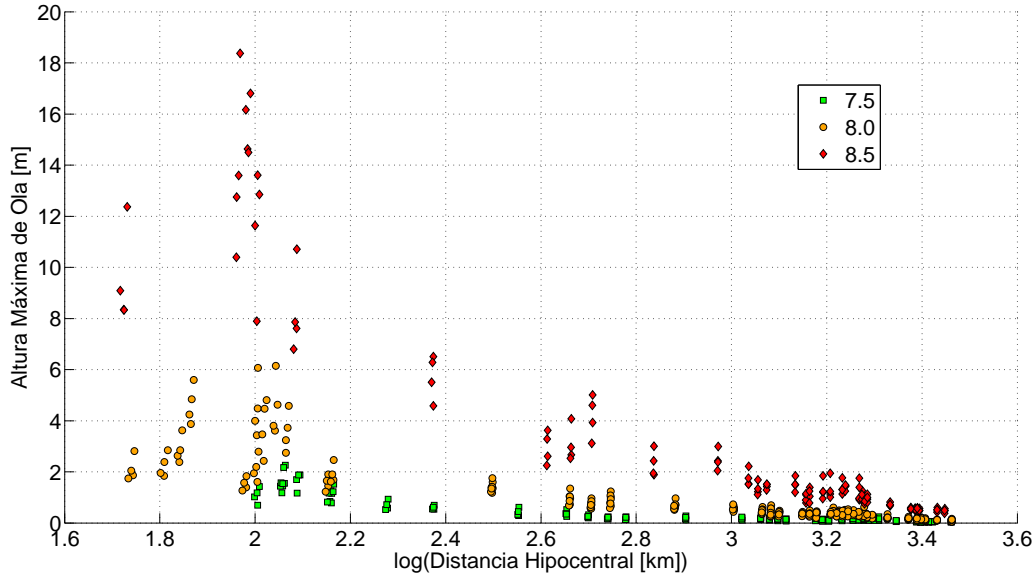


Figura C.1: Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Arica.

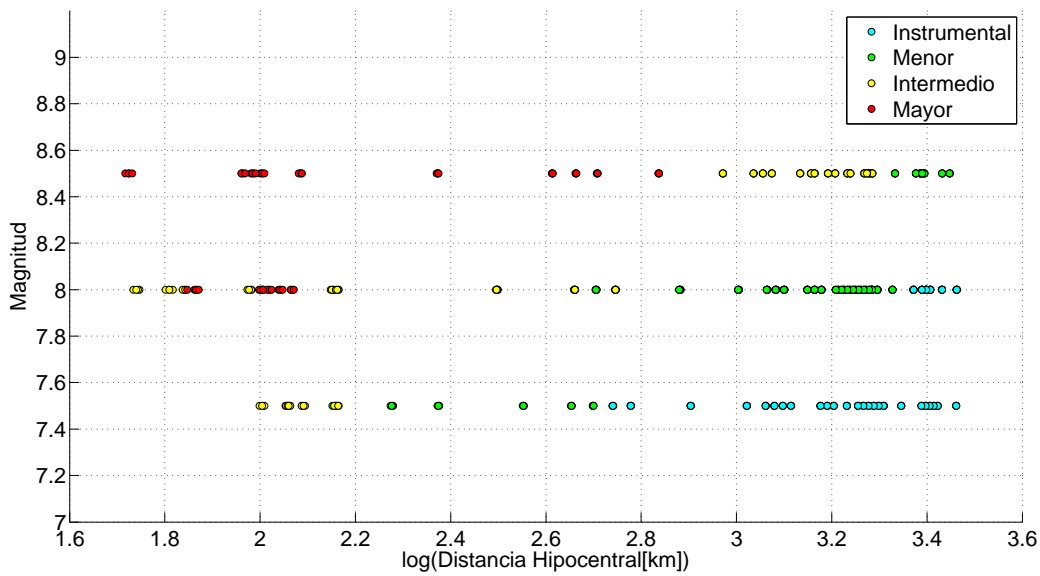


Figura C.2: Combinación M_w - Δ para puntos simulados, Arica. Los distintos colores denotan los diferentes niveles de peligro.

C.2. Iquique

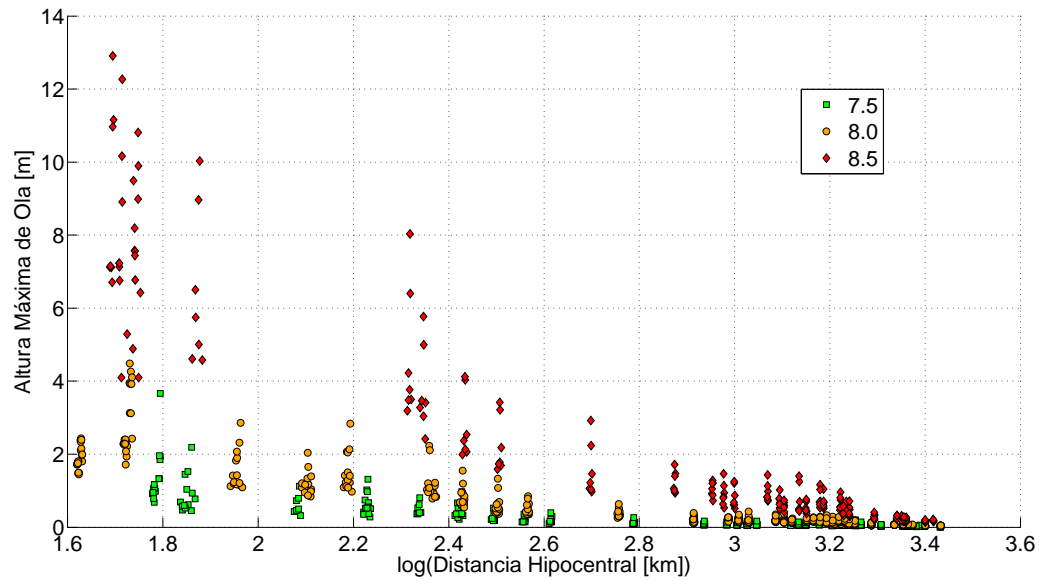


Figura C.3: Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Iquique.

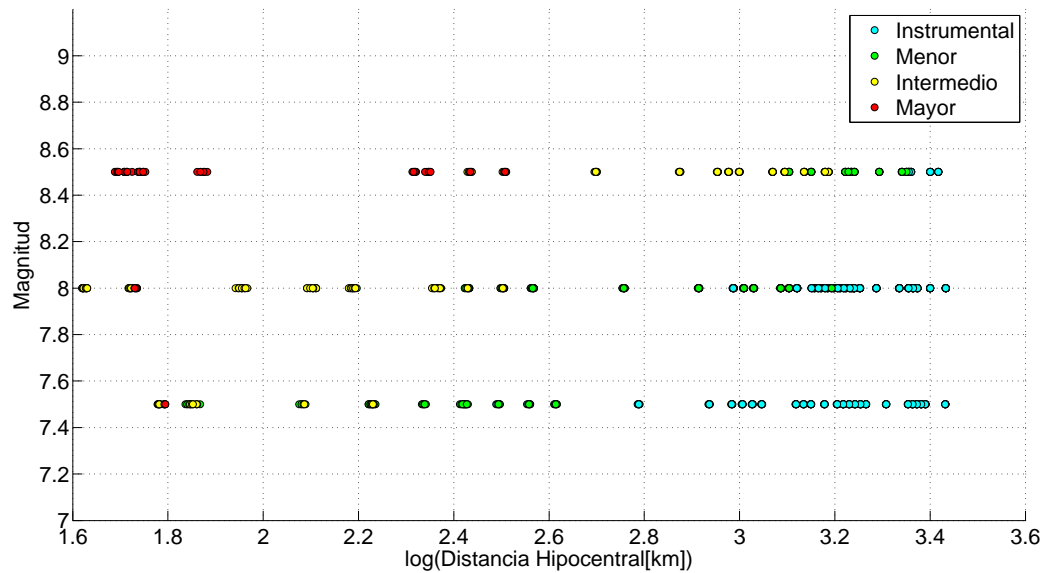


Figura C.4: Combinación M_w - Δ para puntos simulados, Iquique.

C.3. Antofagasta

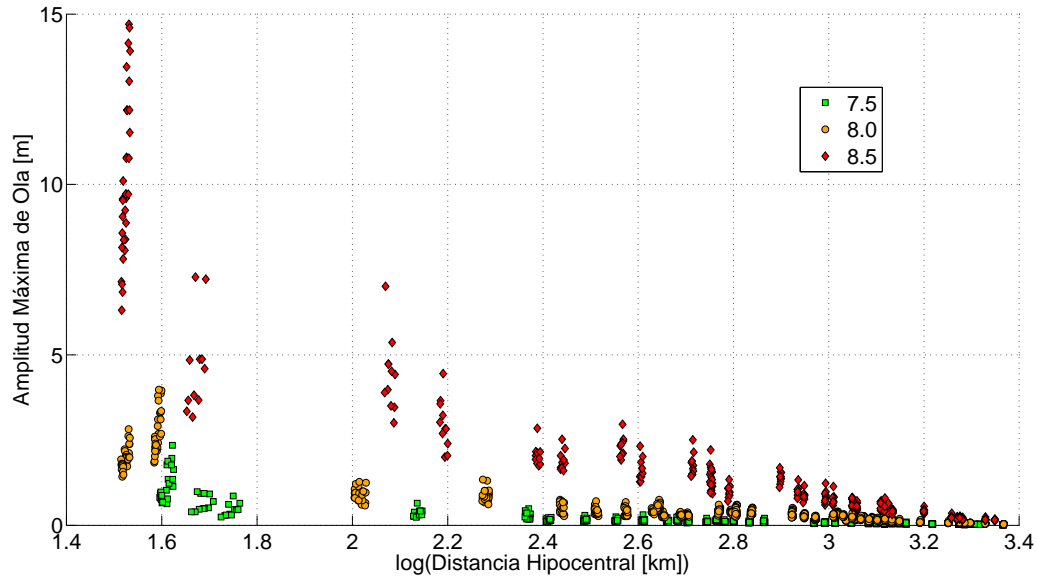


Figura C.5: Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Antofagasta.

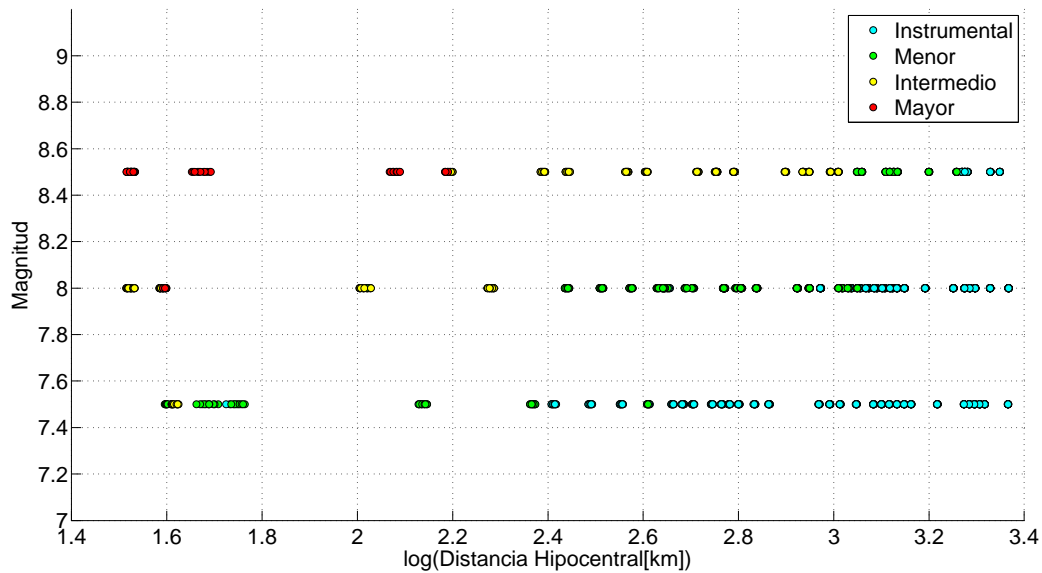


Figura C.6: Combinación M_w - Δ para puntos simulados, Antofagasta.

C.4. Coquimbo

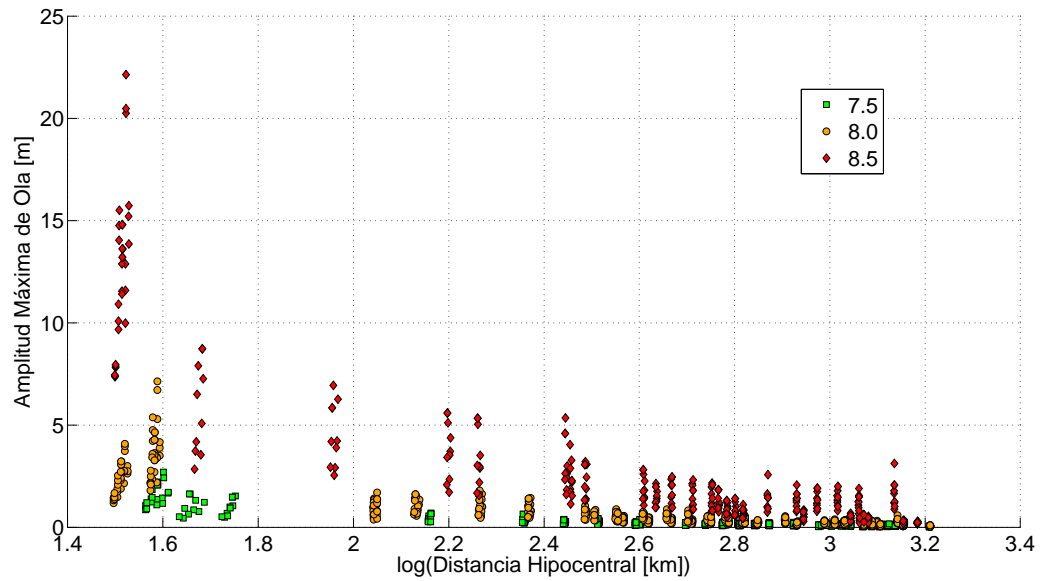


Figura C.7: Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Coquimbo.

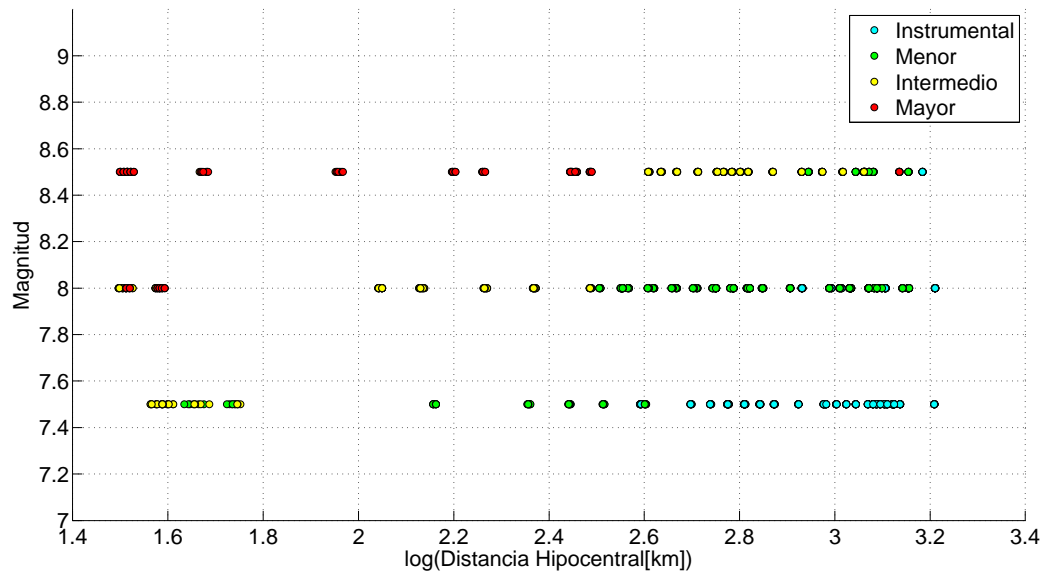


Figura C.8: Combinación $M_w-\Delta$ para puntos simulados, Coquimbo.

C.5. Valparaíso

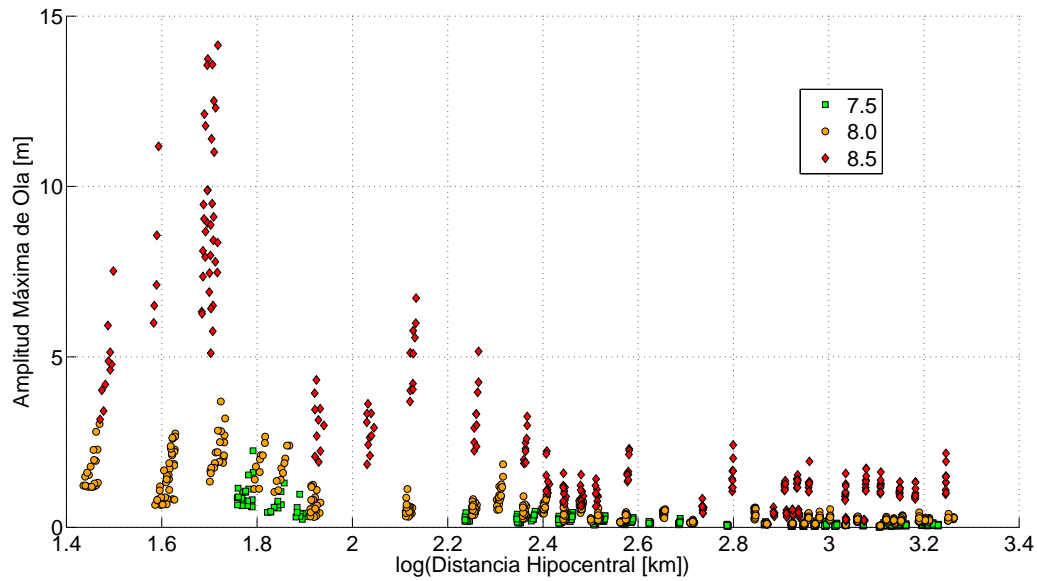


Figura C.9: Evolución amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Valparaíso.

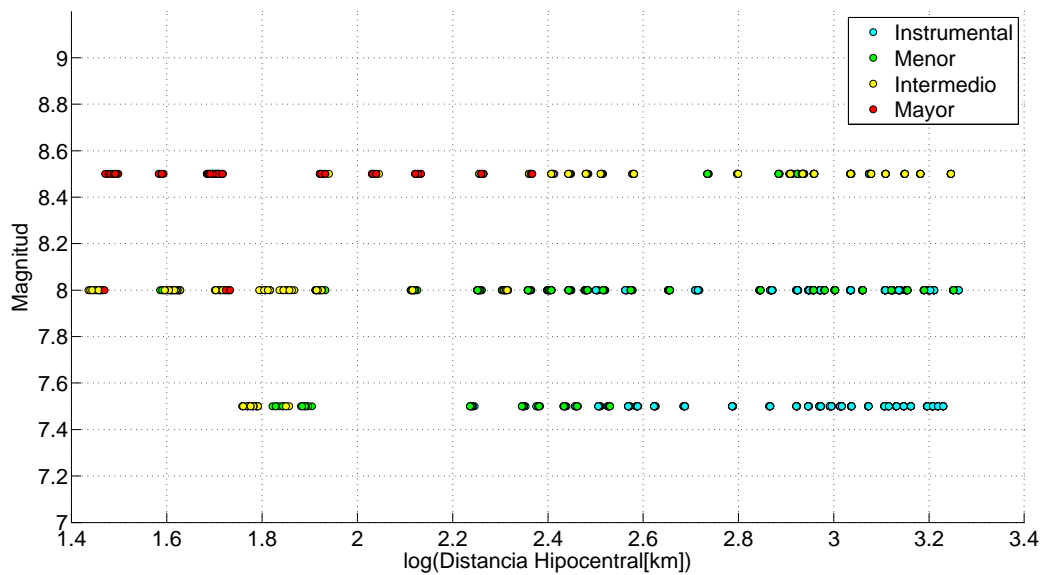


Figura C.10: Combinación M_w - Δ para puntos simulados, Valparaíso.

C.6. San Antonio

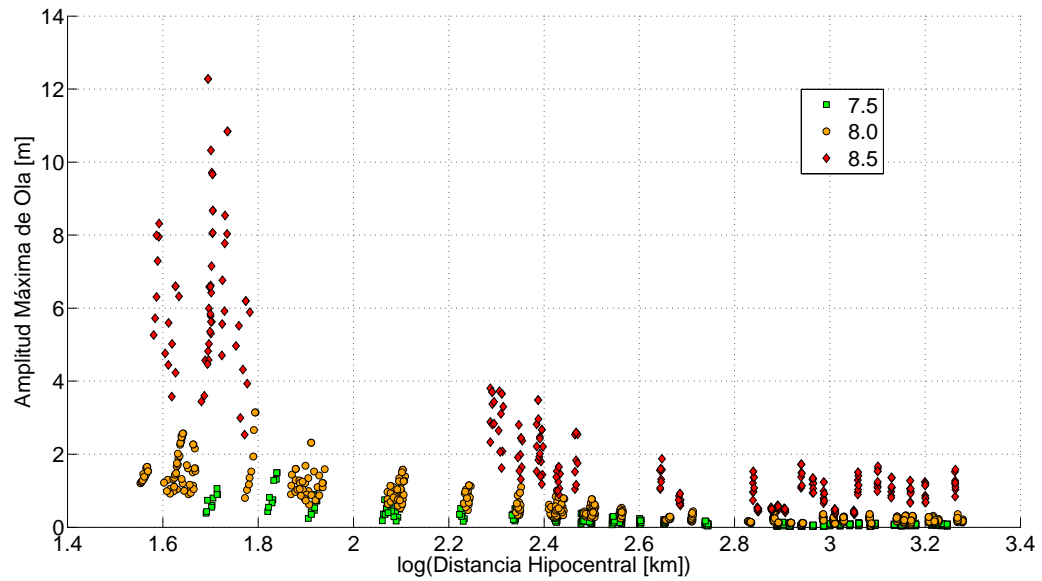


Figura C.11: Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, San Antonio.

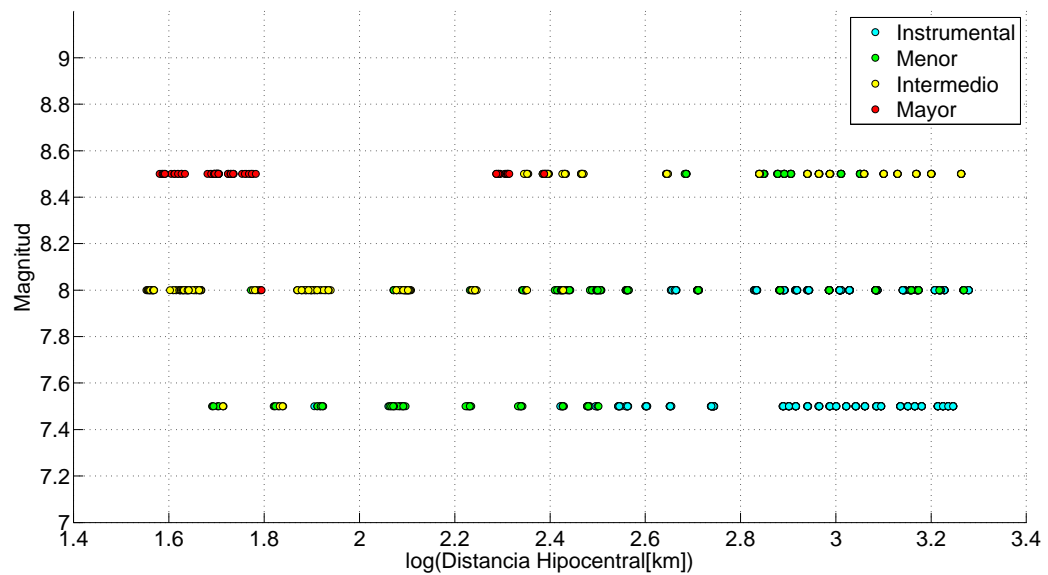


Figura C.12: Combinación $M_w-\Delta$ para puntos simulados, San Antonio.

C.7. Constitución

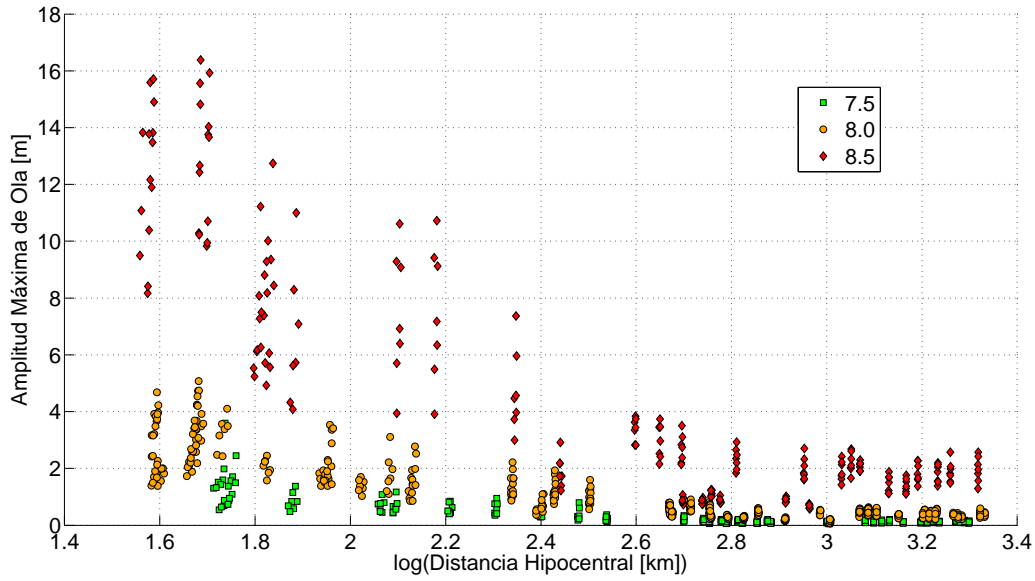


Figura C.13: Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Constitución.

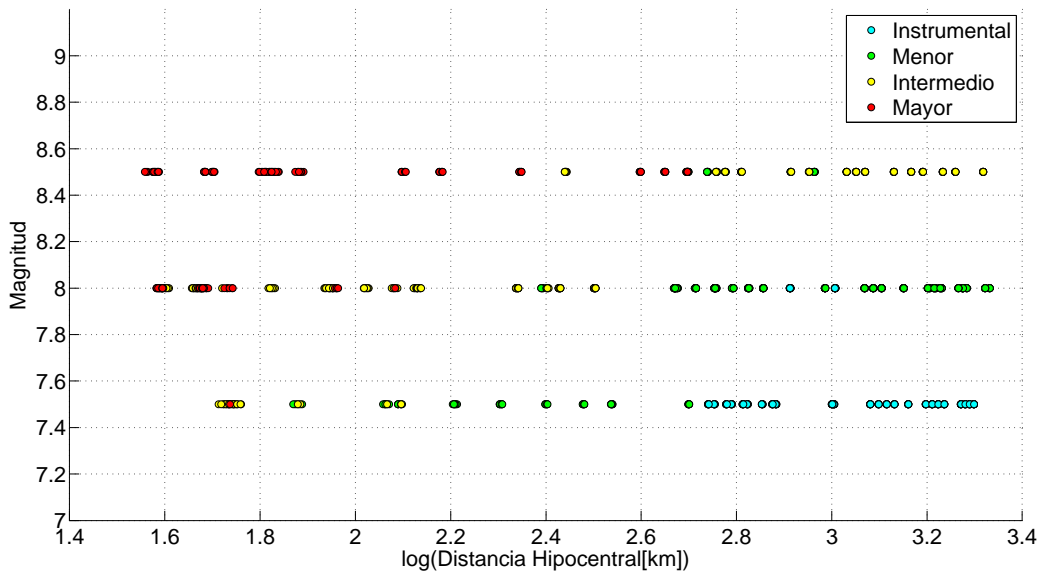


Figura C.14: Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Constitución.

C.8. Talcahuano

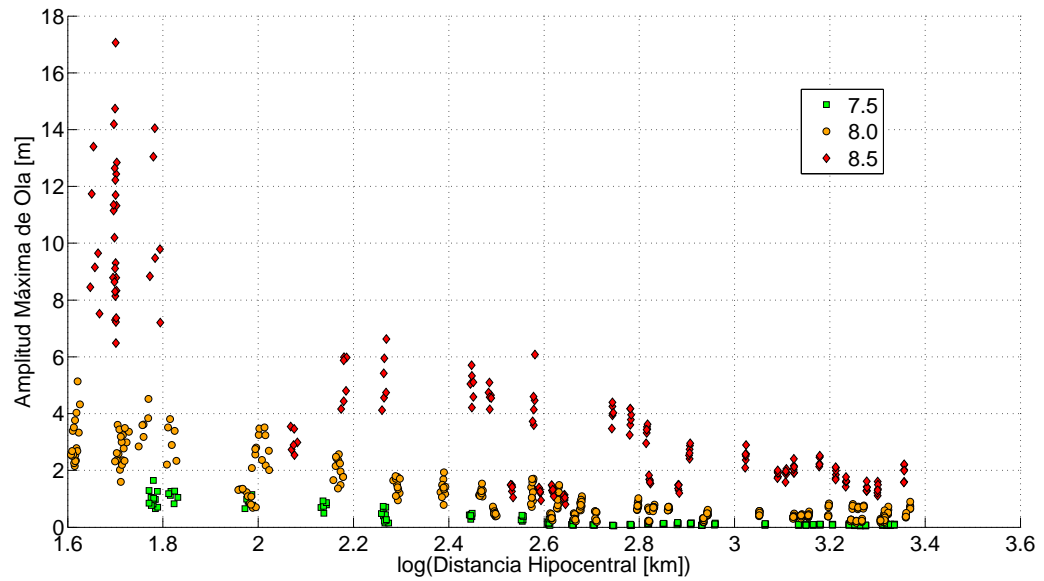


Figura C.15: Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Talcahuano.

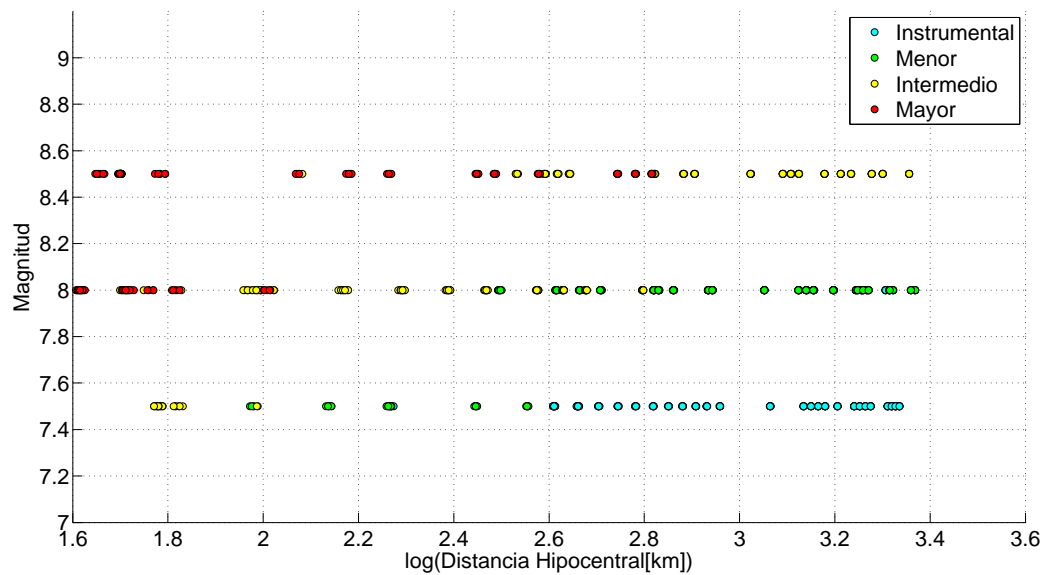


Figura C.16: Combinación $M_w-\Delta$ para puntos simulados, Talcahuano.

C.9. Ancud

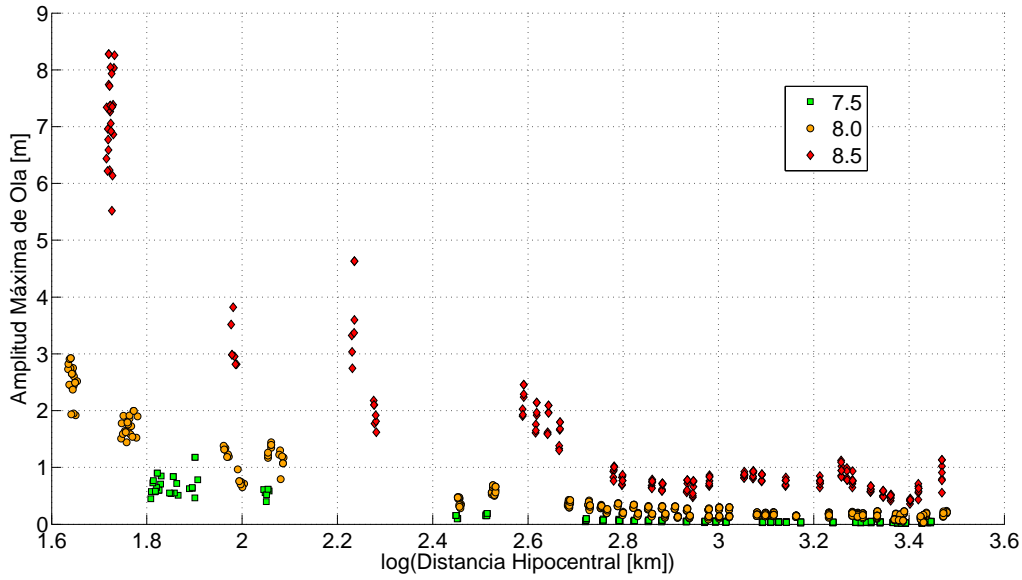


Figura C.17: Evolución de la amplitud máxima de ola obtenida por simulaciones en función de la distancia, Ancud.

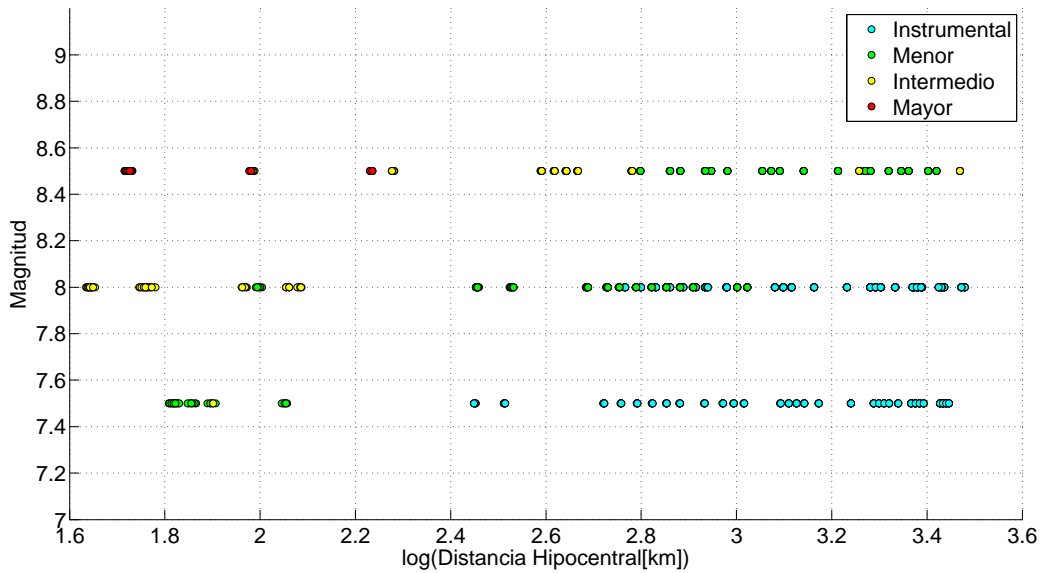


Figura C.18: Combinación Mw- Δ para puntos simulados, Ancud.

PROPUESTA DE CURVAS POR CIUDAD

En este Anexo se exhiben las curvas de división de los niveles de peligro de tsunami en función de la amplitud máxima de ola esperada obtenida a través de las simulaciones correspondientes. Estas curvas han sido determinadas a través de la aplicación del algoritmo descrito en la Sección 2.3.5. Las curvas se presentan en conjunto con los valores correspondientes de intercepto y pendiente de cada una, respectivamente. Además los gráficos contienen los puntos simulados y contenidos en el Anexo C. Todas las curvas son de la forma mostrada en la ecuación D.0.1.

$$Mw = \bar{s} * \log(\Delta) + c_i \tag{D.0.1}$$

Donde \bar{s} es la pendiente media ponderada obtenida una vez ejecutado el algoritmo correspondiente y c_i corresponde al valor del intercepto para la recta $i = 1, 2, 3$. Así, c_1 representa al coeficiente de posición de la recta que divide eventos mayores de intermedios; c_2 , intermedios de menores; y c_3 , menores de instrumentales. Los valores de estos resultados han sido presentados en la Tabla 3.15, no obstante se indican de igual forma en las secciones venideras de este anexo.

D.1. Arica

Tabla D.1: Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Arica.

\bar{s}	c_1	c_2	c_3
0.8654	6.1992	5.6625	5.1258

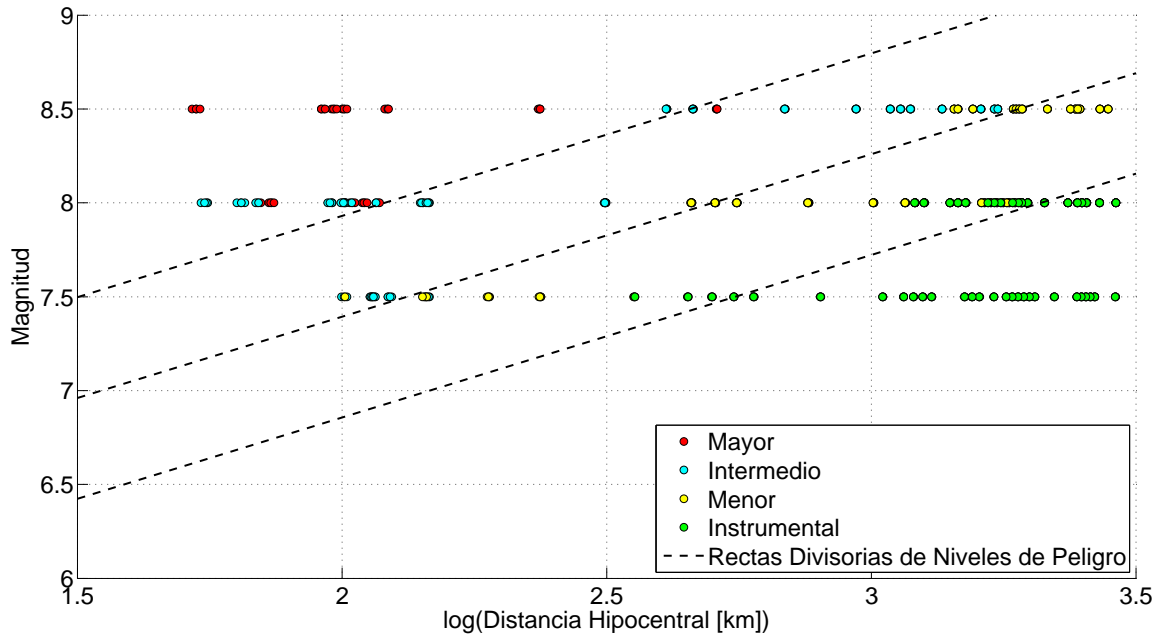


Figura D.1: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Arica.

D.2. Iquique

Tabla D.2: Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Iquique.

\bar{s}	c_1	c_2	c_3
0.7324	6.7773	6.2529	5.7285

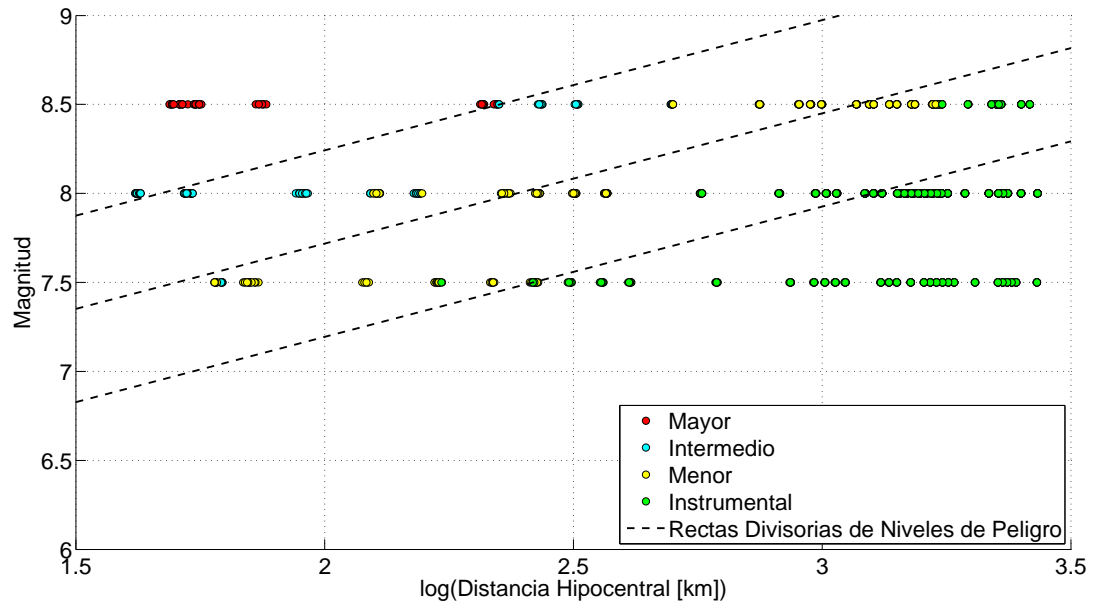


Figura D.2: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Iquique.

D.3. Antofagasta

Tabla D.3: Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Antofagasta.

\bar{s}	c_1	c_2	c_3
0.7943	6.6971	6.1964	5.6958

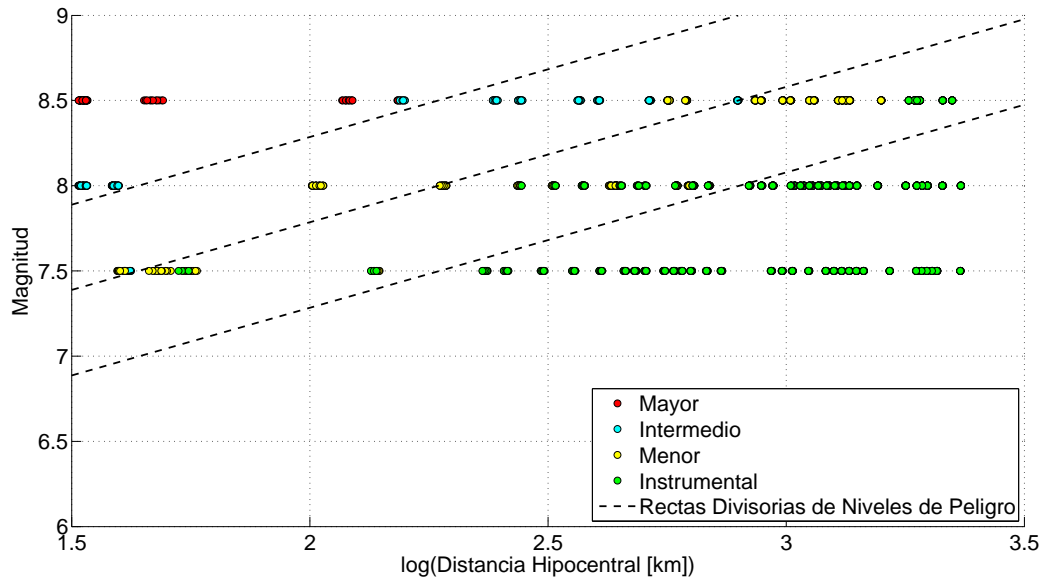


Figura D.3: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Antofagasta.

D.4. Coquimbo

Tabla D.4: Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Coquimbo.

\bar{s}	c_1	c_2	c_3
0.7185	6.8335	6.3261	5.8187

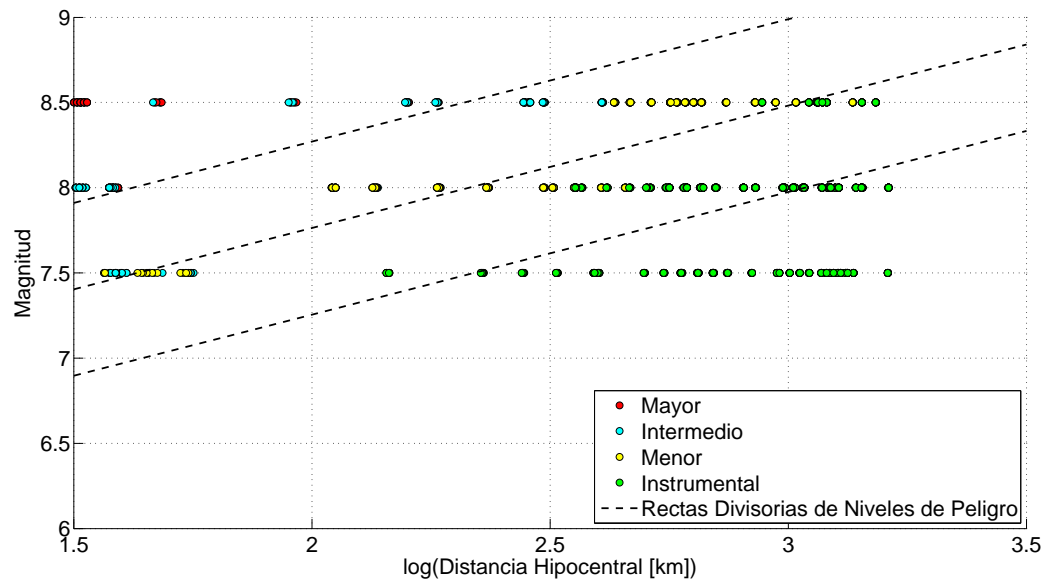


Figura D.4: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Coquimbo.

D.5. Valparaíso

Tabla D.5: Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Valparaíso.

\bar{s}	c_1	c_2	c_3
0.7103	6.9844	6.4634	5.9423

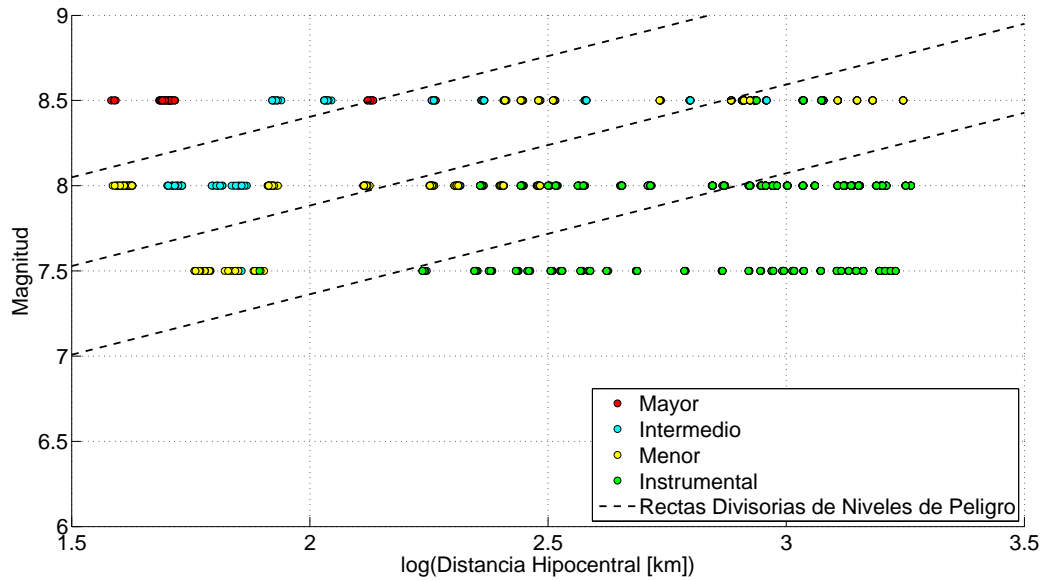


Figura D.5: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Valparaíso.

D.6. San Antonio

Tabla D.6: Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, San Antonio.

\bar{s}	c_1	c_2	c_3
0.8310	6.8375	6.2996	5.7618

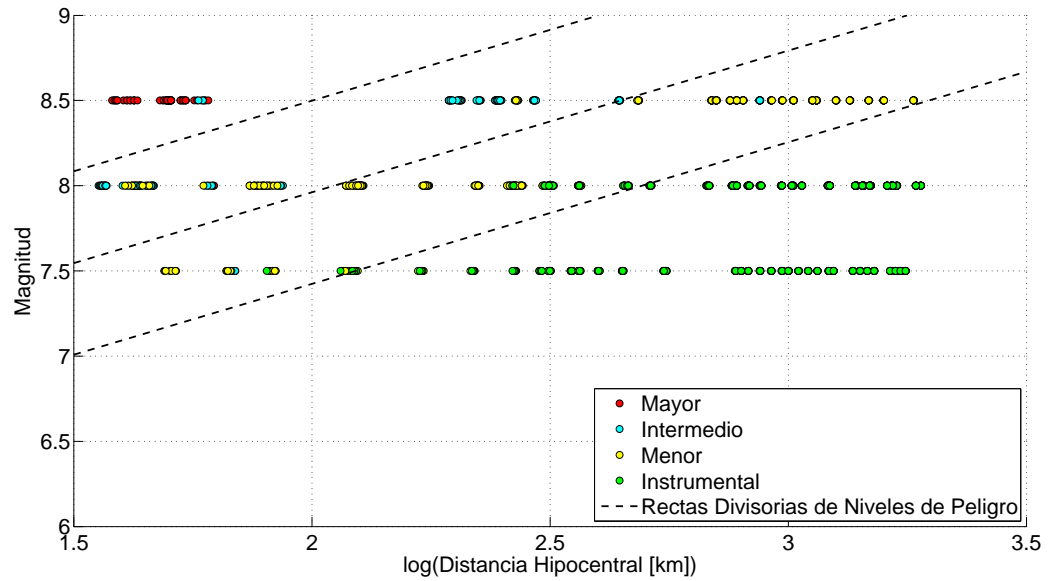


Figura D.6: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, San Antonio.

D.7. Constitución

Tabla D.7: Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Constitución.

\bar{s}	c_1	c_2	c_3
0.5737	6.9869	6.4690	5.9510

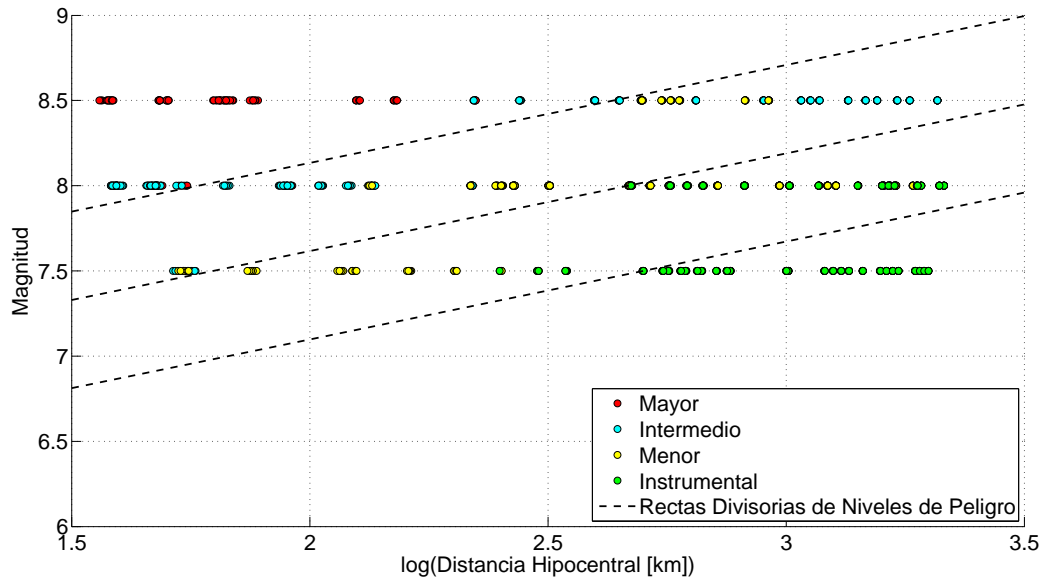


Figura D.7: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Constitución.

D.8. Talcahuano

Tabla D.8: Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Talcahuano.

\bar{s}	c_1	c_2	c_3
0.6319	6.7436	6.2956	5.8476

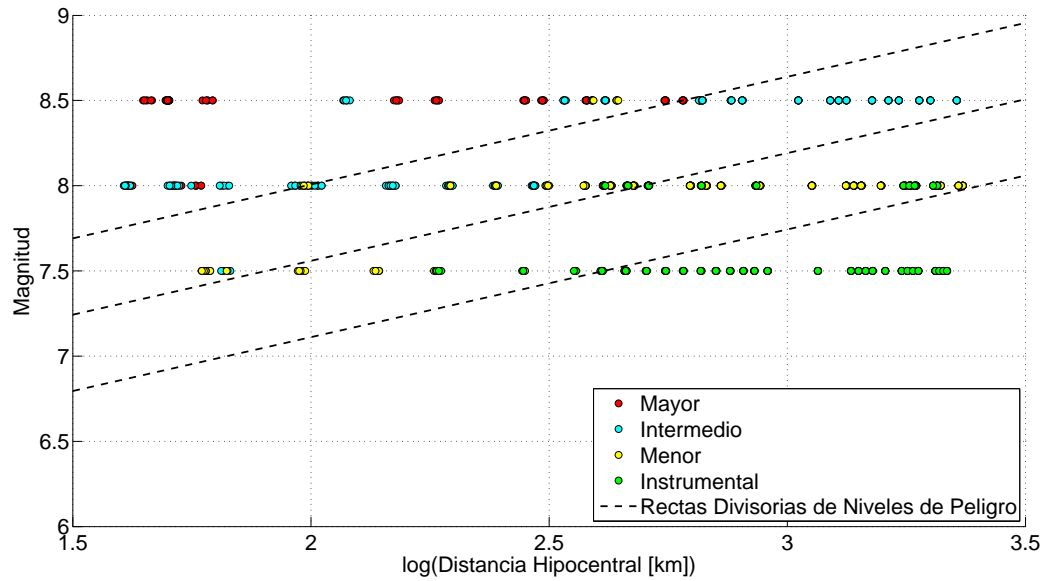


Figura D.8: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Talcahuano.

D.9. Ancud

Tabla D.9: Parámetros rectas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Ancud.

\bar{s}	c_1	c_2	c_3
1.0232	6.4776	5.6910	4.9045

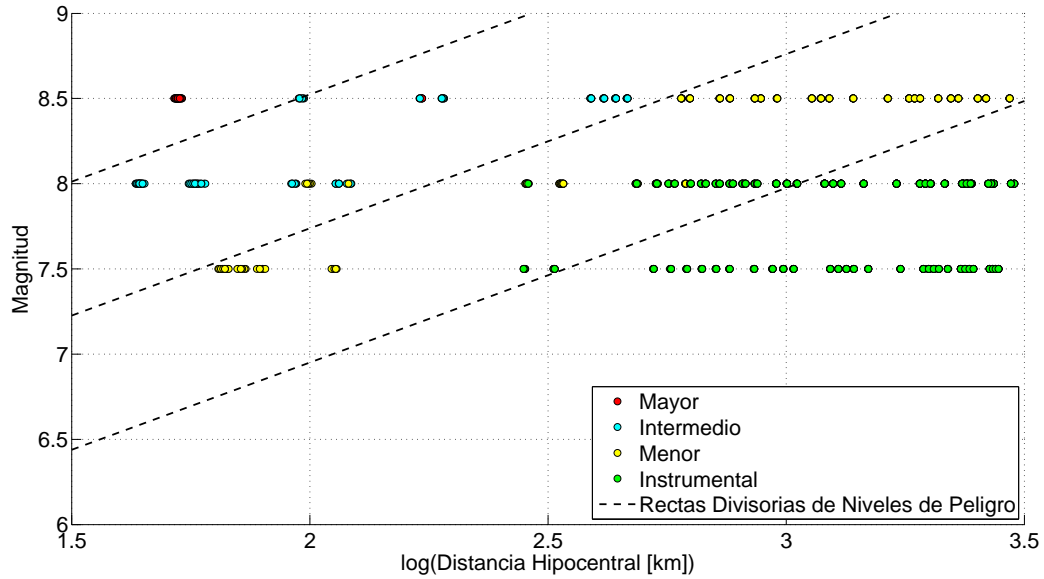


Figura D.9: Curvas divisorias de niveles de peligro de tsunami, Ancud.

REFERENCIAS

- Babeyko, A. (2012), Easywave: fast tsunami simulation tool for early warning.
- Bernard, E., and V. Titov (2015), Evolution of tsunami warning systems and products, *Phil. Trans. R. Soc. A*, 373(2053), 20140,371.
- Bernard, E., H. Mofjeld, V. Titov, C. Synolakis, and F. González (2006), Tsunami: scientific frontiers, mitigation, forecasting and policy implications, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 364(1845), 1989–2007.
- Boroschek, R., and V. Contreras (2012), Strong ground motion from the 2010 mw 8.8 maule chile earthquake and attenuation relations for chilean subduction zone interface earthquakes, in *International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake*, vol. 1, pp. 1722–1733.
- Goto, C., Y. Ogawa, N. Shuto, and F. Imamura (1997), *IUGG/IOC time project: Numerical method of tsunami simulation with the leap-frog scheme*, Unesco Paris, France.
- Japan Meteorological Agency (2013), Lessons learned from the tsunami disaster caused by the 2011 great east japan earthquake and improvements in jma’s tsunami warning system.
- Okada, Y. (1985), Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bulletin of the seismological society of America*, 75(4), 1135–1154.
- Papazachos, B., E. Scordilis, D. Panagiotopoulos, C. Papazachos, and G. Karakaisis (2004), Global relations between seismic fault parameters and moment magnitude of earthquakes, *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 36.
- Riquelme, S., and M. Mocanu (2014), Informe técnico: Desarrollo de una base de datos de fuentes tsunamigénicas para chile. proyecto shoa-universidad de chile.
- Si, H., and S. Midorikawa (2000), New attenuation relations for peak ground acceleration and velocity considering effects of fault type and site condition, in *Proceedings of twelfth world conference on earthquake engineering*.
- Wald, D. J., V. Quitoriano, T. H. Heaton, and H. Kanamori (1999), Relationships between peak ground acceleration, peak ground velocity, and modified mercalli intensity in california, *Earthquake spectra*, 15(3), 557–564.
- Wang, X. (2009), User manual for comcot version 1.7 (first draft), *Cornell University*, 65.