

# Tabla de contenido

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>I Marco Teórico y Antecedentes geológicos de la zona de estudio</b>	<b>8</b>
<b>1. Las Remociones en Masa</b>	<b>9</b>
1.1. Clasificación de las Remociones en masa . . . . .	9
1.2. Formación de una remoción en masa de gran volumen y mecanismos de ruptura .	11
1.3. Actividad de las remociones en masa . . . . .	14
1.3.1. Estado de la actividad . . . . .	14
1.3.2. Distribución de la actividad . . . . .	15
1.3.3. Estilo de la actividad . . . . .	15
1.4. Remociones en masa como consecuencia de la sismicidad . . . . .	16
1.4.1. Remociones en masa de gran tamaño como consecuencia de la sismicidad	19
1.4.2. Mecanismos de ruptura de remociones en masa de gran tamaño . . . . .	20
1.5. Respuesta de las laderas a las ondas sísmicas . . . . .	22
1.5.1. Efectos de sitio . . . . .	23
<b>2. Antecedentes de la zona de estudio</b>	<b>27</b>
2.1. Marco Geomorfológico . . . . .	27
2.2. Clima . . . . .	33
2.3. Marco Geológico Regional . . . . .	34
2.4. Marco Estructural . . . . .	38
2.4.1. Sistemas estructurales del área de estudio . . . . .	39
2.5. Sismicidad en los Andes Centrales del Norte de Chile . . . . .	44
2.5.1. Tipos de sismicidad . . . . .	44
2.5.2. Ciclos sísmicos a lo largo del oroclino . . . . .	46
2.5.3. Sismicidad en la zona de la Cordillera de la Costa . . . . .	47
2.5.4. Sismicidad en la zona de la Precordillera y Depresión Central . . . . .	50

<b>II Susceptibilidad a remociones en masa en el escarpe costero entre Iquique y Antofagasta</b>	<b>55</b>
<b>3. Introducción</b>	<b>56</b>
3.1. Antiguas mega-remociones de la zona costera . . . . .	57
<b>4. Metodología de Análisis de susceptibilidad</b>	<b>61</b>
4.1. Inventario de remociones en masa . . . . .	61
4.1.1. Trabajo de terreno . . . . .	62
4.1.2. Trabajo de gabinete . . . . .	63
4.2. Elaboración del mapa de Susceptibilidad a Remociones en Masa . . . . .	63
4.2.1. Definición de unidades geomorfológicas e Identificación de Factores Con-	
dicionantes . . . . .	63
4.2.2. Asignación de puntaje a los factores condicionantes . . . . .	64
4.3. Validación del mapa de susceptibilidad . . . . .	69
<b>5. Resultados</b>	<b>70</b>
5.1. Inventario de remociones en masa presentes . . . . .	70
5.1.1. Pabellón de Pica . . . . .	72
5.1.2. Punta Guanillos del Norte . . . . .	73
5.1.3. Punta Chipana . . . . .	74
5.1.4. Punta Arenas . . . . .	75
5.1.5. Túnel Pedro Galleguillos . . . . .	75
5.1.6. Punta Mal Paso . . . . .	76
5.1.7. Punta Ana . . . . .	76
5.1.8. Punta Paragua . . . . .	77
5.1.9. Punta Alala . . . . .	78
5.1.10. Sector de Gatico . . . . .	78
5.2. Mapa de Susceptibilidad a Remociones en Masa . . . . .	79
5.2.1. Definición de unidades geomorfológicas e Identificación de Factores Con-	
dicionantes . . . . .	79
5.2.2. Asignación de puntaje a los factores condicionantes . . . . .	79
5.3. Validación del mapa de susceptibilidad . . . . .	86
<b>6. Discusiones</b>	<b>88</b>
6.1. Discusiones . . . . .	88
6.2. Conclusiones . . . . .	92
6.3. Recomendaciones . . . . .	93

<b>III Estudio de Mega-Remociones en Masa de las quebradas profundamente incididas de la Precordillera y Depresión Central</b>	<b>94</b>
<b>7. Introducción</b>	<b>95</b>
7.1. Motivación del estudio . . . . .	95
7.2. Desarrollo del trabajo . . . . .	98
<b>8. Antecedentes de la zona de estudio</b>	<b>100</b>
8.1. Incisión . . . . .	100
8.2. Remociones en masa . . . . .	103
8.3. Caracterización de las fuentes sísmicas. Planteamiento de supuestos geológicos .	104
8.3.1. Estructuras mayores de la zona de estudio, y su manifestación: las flexuras .	104
<b>9. Metodología</b>	<b>110</b>
9.1. Identificación de las remociones en masa y caracterización morfométrica . . . . .	110
9.2. Caracterización de la sismicidad . . . . .	112
9.2.1. Escalas de magnitud sísmica . . . . .	112
9.2.2. Relaciones empíricas para la Magnitud de Momento máxima ( $M_{max}$ ) y el Ancho de Ruptura asociados a cada falla . . . . .	114
9.2.3. Leyes de atenuación de fuente cortical . . . . .	115
9.2.4. Ley de atenuación de fuentes de Interplaca e Interplaca Oceánica; Ruiz y Saragoni (2005) . . . . .	121
9.3. Determinación de la edad de las mega remociones en masa . . . . .	122
<b>10. Remociones en masa del piedemonte andino de la Región de Tarapacá</b>	<b>124</b>
10.1. Inventario de remociones en masa . . . . .	124
10.2. Distribución y geomorfología de las remociones en masa . . . . .	126
10.3. Clasificación de remociones en masa . . . . .	138
10.4. Datación en sedimentos carbonosos de Camiña . . . . .	140
<b>11. Análisis de Sismicidad en áreas de Remoción en Masa</b>	<b>143</b>
11.1. Estimación de Magnitud máxima y de las dimensiones asociadas a cada estructura geológica presente . . . . .	143
11.1.1. Largo de falla asociada a cada flexura . . . . .	143
11.1.2. Magnitud sísmica máxima asociada a cada flexura . . . . .	144
11.1.3. Ancho de falla asociada a cada flexura . . . . .	145
11.1.4. Profundidad del <i>tip point</i> y manto de falla . . . . .	145
11.2. Atenuación de la aceleración sísmica . . . . .	147

11.2.1. Sismicidad de fuente cortical . . . . .	147
11.2.2. Atenuación sismicidad de subducción . . . . .	154
<b>12. Discusiones</b>	<b>158</b>
12.1. Acerca de la razonabilidad de la hipótesis . . . . .	158
12.2. Forma y distribución de las mega remociones en masa . . . . .	160
12.2.1. Movilidad de los distintos tipos de remoción en masa . . . . .	160
12.2.2. Distribución de las remociones en masa como una función de la geomor- fología y geología . . . . .	162
12.2.3. Distribución con respecto a la clasificación de las remociones en masa . . . . .	165
12.3. Relación de las mega-remociones en masa con la sismicidad . . . . .	166
12.3.1. Distribución de las remociones en masa en función de la distancia a las fuentes corticales . . . . .	167
12.3.2. Aplicabilidad de las leyes de atenuación de PGA . . . . .	171
12.3.3. Distribución de las remociones en masa en función del PGA . . . . .	172
12.3.4. Resumen acerca de la distribución . . . . .	179
12.4. Frecuencia de distribución en el área . . . . .	181
12.4.1. Edad y clima . . . . .	187
12.4.2. Con respecto a la datación . . . . .	189
12.5. Conclusiones particulares . . . . .	190
12.6. Recomendaciones . . . . .	192
<b>IV Conclusiones generales</b>	<b>194</b>
<b>13. Conclusiones</b>	<b>195</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>198</b>
<b>Anexos</b>	<b>229</b>
<b>A. Fallas corticales del SCVO entre Arica y Mamiña</b>	<b>229</b>
<b>B. Sismicidad en el Antearco del Norte de Chile</b>	<b>235</b>
<b>C. Definiciones acerca de la morfología de los deslizamientos</b>	<b>237</b>
C.1. Características de los deslizamientos y geometría . . . . .	237
C.2. Dimensiones de los Deslizamientos . . . . .	237
<b>D. Tipos de Remociones en Masa</b>	<b>242</b>

D.1. Caídas y <i>topples</i> . . . . .	242
D.2. Deslizamientos de roca . . . . .	243
D.3. Deslizamientos en suelo . . . . .	245
D.3.1. Deslizamientos tipo flujo . . . . .	245
<b>E. Ráster utilizados para la asignación de puntaje</b>	<b>248</b>
<b>F. Catastro Mather</b>	<b>253</b>
<b>G. Catastro</b>	<b>255</b>
<b>H. Tablas de Asignación de Puntaje para cálculo de IS</b>	<b>263</b>
<b>I. Nombres de Remociones en masa organizadas por quebrada principal</b>	<b>270</b>
<b>J. Tablas resumen de análisis morfométrico organizadas por quebrada</b>	<b>278</b>
<b>K. Cálculo Rrup según sector en bloque colgante</b>	<b>285</b>
<b>L. Clasificación de remociones en masa de reactivaciones</b>	<b>287</b>
<b>M. Funciones desarrolladas en R program</b>	<b>290</b>
M.1. Definición de funciones . . . . .	290
M.2. Generación de ráster de salida con valores de PGA para cada ecuación . . . . .	295
<b>N. Curvas PGA para cada remoción estructura</b>	<b>297</b>
<b>O. Comportamiento Leyes de atenuación</b>	<b>300</b>
O.1. Análisis de sensibilidad de las leyes de atenuación . . . . .	300
O.1.1. Con respecto a $r_{rup}$ : . . . . .	300
O.1.2. Con respecto a las leyes de atenuación . . . . .	302
<b>P. Descripción estratigráfica sondajes Camiña, realizadas por el Idiem</b>	<b>312</b>
P.1. Datación . . . . .	312
P.2. Metodología utilizada por el laboratorio para datación de carbono (Beta Analytic Inc) . . . . .	314
<b>Q. Parámetros H, L, Ang de las remociones en masa de la zona de estudio</b>	<b>316</b>
<b>R. Regresiones lineales para dispersión de H/L vs V, por tipo de remoción en masa</b>	<b>320</b>
<b>S. Distribución de remociones en masa con con la distancia a fuentes corticales</b>	<b>322</b>

<b>T. Cálculos realizados para calcular la Frecuencia de Densidad</b>	<b>326</b>
T.1. Definición de densidad de probabilidad en función del área . . . . .	326
T.2. Definición de densidad de frecuencia en función del área . . . . .	327
T.3. Análisis del resultado . . . . .	327
T.4. Definición de clases . . . . .	328
T.5. Área teórica vs área real . . . . .	328
T.6. Área promedio en tramo faltante y área promedio total . . . . .	329
T.7. Determinación de $m_L$ y número de intervalos . . . . .	330
T.8. Área mayor o menor al punto de inflexión . . . . .	331
<b>U. Concentración de remociones en masa a ambos lados del eje de las flexuras para cada ley de atenuación</b>	<b>333</b>
<b>V. Resumen Extendido, XIV Congreso Geológico Chileno</b>	<b>354</b>
<b>W. Poster, XIV Congreso Geológico Chileno</b>	<b>359</b>

# Índice de tablas

1.1. Abundancia Relativa de remociones en masa inducidas por sismicidad. . . . .	17
4.1. Ponderación máxima para cada factor condicionante . . . . .	65
4.2. Asignación de puntaje para Pendiente Promedio . . . . .	66
4.3. Asignación de puntaje para cada rango de DL . . . . .	67
4.4. Asignación de puntaje según evidencia de inestabilidad . . . . .	67
4.5. Asignación de puntajes según cercanía a estructuras geológicas mayores . . . . .	68
4.6. Clases de IS y su código de color para la cartografía . . . . .	69
5.1. Asignación de puntajes para las diferentes litologías . . . . .	81
5.2. Clasificación Susceptibilidad a remociones en masa . . . . .	82
6.1. Porcentaje de unidades geomorfológicas con EI=10, para cada rango de índice de susceptibilidad . . . . .	89
10.1. Distribución remociones en masa por tamaño, según su tipo. Se muestra el total de remociones por tramo. . . . .	126
10.2. Resumen parámetros Morfométricos de toda el área de estudio. Se muestra el área y volumen total dispuesto en cada quebrada principal y sus afluentes. Se separan las cantidades dispuestas en la parte oriental (Retamilla) y occidental (Tiliviche) de la quebrada de Pisagua. . . . .	126
11.1. Características conocidas de las estructuras de interés. Largo medido en superficie sobre los lineamientos de los pliegues que generan las fallas ciegas. En la quinta columna se muestra el largo máximo (km) que se estima que tendrían en subsuperficie. . . . .	144
11.2. Magnitud máxima estimada mediante la regresión lineal (Ecuación 9.4) propuesta por Wells y Coppersmith (1994). En este trabajo se ocupan los valores de la columna gris. . . . .	144

11.3. Ancho del plano de falla en la dirección del manto (RW, [km]) estimado de acuerdo a $M_{max}$ para cada una de las flexuras. Mediante el uso de la regresión lineal (Ecuación 9.5) propuesta por Wells y Coppersmith (1994). En este trabajo se ocupan los valores de la columna gris. . . . .	145
11.4. Geometría estimada de cada falla ciega. Los valores de $M$ y $RW$ máximos (Tablas 11.2 y 11.3, respectivamente) fueron calculados en este trabajo. Los valores de tip point y dip de la falla asociada a la Flexura de Humayani son conocidos (García et al., 2011); mientras que para las fallas ciegas se decidió utilizar los valores propuestos para la Falla de Moquella (Riquelme, 2015). Ver metodología e información en texto. . . . .	147
11.5. Valores Extremos Aceleraciones (g) medidas durante el terremoto de Pisagua ( $M_w$ 8.2), 2014. . . . .	154
11.6. Comparación de PGA . . . . .	157
C.1. Definición de las características de los deslizamientos mostradas en la Figura C.1, extraído de Cruden y Varnes (1996). . . . .	239
C.2. Definiciones de las Dimensiones de los Deslizamientos mostradas en la Figura C.2. Extraído de Cruden y Varnes (1996). . . . .	241
G.1. Catastro de evidencia de remociones en masa realizado en el área costera entre Iquique y Antofagasta ( $EI=1$ ) . . . . .	256
G.2. Otros antecedentes de interés recopilados en terreno . . . . .	259
H.1. Resumen de valores de factores condicionantes para cada unidad geomorfológica de SUELO. Para correlacionar con unidad use FID de shape adjunto en CD . . . . .	263
H.2. Resumen de valores de factores condicionantes para cada unidad geomorfológica de ROCA. Para correlacionar con unidad use FID de shape adjunto en CD . . . . .	266
J.1. Aroma . . . . .	278
J.2. Camiña . . . . .	279
J.3. Coscaya . . . . .	279
J.4. Camarones . . . . .	280
J.5. Miñimiñi . . . . .	281
J.6. Ocharaza . . . . .	282
J.7. Retamilla . . . . .	282
J.8. Suca . . . . .	283
J.9. Tarapacá . . . . .	284
J.10. Tiliviche . . . . .	284



L.1. Clasificación de todas las remociones en masa que componen las remociones compuestas que se presentan en el texto principal, corresponde a la misma distribución de remociones en masa de la Figura L.1. . . . .	288
M.1. Asignación de parámetros y dimensiones a cada una de las fallas ciegas asociadas a las flexuras . . . . .	295
T.1. Resumen valores RM . . . . .	329

# Índice de figuras

1. Área de estudio . . . . .	7
1.1. Tipos de deslizamientos controlados por efecto de una sección acoplada . . . . .	12
1.2. Falla en talud bajo condiciones estáticas y sísmicas. . . . .	20
1.3. Mecanismo de fallamiento gatillado por sismicidad . . . . .	22
1.4. Modelo análogo amplificación PGA en laderas. Extraído de Huang, 2015. . . . .	24
2.1. Unidades morfoestructurales del Norte de Chile . . . . .	28
2.2. Acantilado Costero . . . . .	30
2.3. Ubicación mapas geológicos del área de estudio . . . . .	35
2.4. Mapa geológico a escala 1:1.000.000 . . . . .	36
2.5. SFA, Modificado de Gonzáles et. al, 2003. . . . .	42
2.6. Perfil esquemático unidades geomorfológicas. Extraído de Charrier et al., 2005. . .	43
2.7. Tipos de sismos en el margen convergente chileno . . . . .	45
2.8. Inter y Co sísmico. Extraído de Quezada et al, 2012. . . . .	47
2.9. Grandes sismos históricos en el norte de Chile. . . . .	48
2.10. Sismicidad cortical en la Región de Tarapacá. . . . .	52
2.11. Sismicidad intraplaca . . . . .	54
3.1. Ubicación mega avalanchas registradas en Mather et al. (2014) . . . . .	59
3.2. Avalanchas, Yugsy et al. (2012) . . . . .	60
5.1. Ciudades y poblados de la zona costera entre Iquique y Antofagasta. . . . .	71
5.2. Pabellón de Pica 2014. . . . .	72
5.3. Malla Pabellón de Pica 2005, 2007. . . . .	73
5.4. Malla Pabellón de Pica 2005, 2007. . . . .	74
5.5. Avalancha de punta Chipana. . . . .	74
5.6. Tunel Pedro Galleguillos . . . . .	75
5.7. Punta Ana . . . . .	76

5.8. Punta Paragua . . . . .	77
5.9. Punta Paragua . . . . .	77
5.10. Afloramiento intrusivo Gatico . . . . .	78
5.11. Mapa susceptibilidad tramo Iquique - Tocopilla . . . . .	83
5.12. Mapa susceptibilidad tramo Iquique - Mejillones . . . . .	84
5.13. Mapa susceptibilidad tramo Mejillones - Antofagasta . . . . .	85
5.14. Validación mapa de susceptibilidad . . . . .	87
6.1. Correlación con mega-remociones en la zona . . . . .	91
7.1. Zona de estudio, con ubicación de trabajos anteriores mega remociones en masa . . . . .	99
8.1. Estructuras Precordillera y margen oeste Cordillera Occidental . . . . .	109
9.1. Comparación entre distintas escalas de magnitud, Zangeneh et al. (2013). . . . .	114
9.2. Distancia a la proyección de la zona de ruptura d. Distancia más corta a la superficie de ruptura $r_{rup}$ . . . . .	119
10.1. Tipos de remoción en masa . . . . .	125
10.2. Mega Remociones en Masa Farías (2012) . . . . .	128
10.3. Remociones en masa del sector oeste de la quebrada Camarones . . . . .	128
10.4. Perfil de evolución deslizamiento Latagualla (Pinto et al., 2008) . . . . .	130
10.5. Fotografía N-S a deslizamiento en Miñimiñi tomada hacia el este desde la ruta A-375131 . . . . .	131
10.6. Deslizamientos disgregados del sector occidental de la quebrada Suca. . . . .	133
10.7. Remociones en masa quebrada Camiña . . . . .	133
10.8. Remociones en masa quebrada Tiliviche . . . . .	133
10.9. Mega Remociones en Masa Letelier (2013) y este trabajo. . . . .	134
10.10. Remociones en masa de la quebrada Aroma . . . . .	135
10.11. Remociones en masa de la quebrada de Coscaya. . . . .	137
10.12. Remociones en masa quebrada de Ocharaza . . . . .	138
10.13. Cantidad de cada tipo de remoción en masa . . . . .	139
10.14. Fotografía al pie de una avalancha en Camiña . . . . .	141
10.15. Pozo de datación. . . . .	142
11.1. Mapa de aceleraciones para máximos sismos esperados, utilizando la Ley de Atenuación de Sadigh et al. (1997) . . . . .	150
11.2. Mapa de aceleraciones para máximos sismos esperados, utilizando la Ley de Atenuación de Idriss (2008) . . . . .	151

11.3. Mapa de aceleraciones para máximos sismos esperados, utilizando la Ley de Atenuación de Ambraseys y Douglas (2003) . . . . .	152
11.4. Ley de atenuación del PGA vertical, utilizando la Ley de Atenuación de Ambraseys y Douglas (2003) . . . . .	153
11.5. Ley de atenuación para sismicidad interplaca (Ruiz y Saragoni, 2005) . . . . .	155
11.6. Atenuación PGA teórico del Terremoto Pisagua 2014. . . . .	156
11.7. Figura para comparación de PGA . . . . .	157
12.1. Movilidad de las remociones en masa. . . . .	161
12.2. Lineamientos más importantes inferidos o recuperados de cartas anteriores. . . . .	164
12.3. Esquema de apertura de la quebrada en zona de intersección con flexura. . . . .	165
12.4. Densidad de remociones en masa con la distancia a las fuentes de sismicidad cortical. . . . .	168
12.5. Frecuencia de remociones en masa en relación al PGA, agrupado por tipo de remoción. . . . .	174
12.6. Distribución de PGA teórico en remociones en masa tipo Pisagua (Mw 8.2), apilados por tamaño de remociones en masa. . . . .	175
12.7. Función Densidad de Frecuencia . . . . .	183
12.8. Puntos datación Aroma (Evenstar et al., 2014) . . . . .	188
B.1. Sismos en el norte de Chile . . . . .	236
C.1. Características de los Deslizamientos (Cruden y Varnes, 1996) . . . . .	238
C.2. Dimensiones de los deslizamientos en dibujo esquemático (Cruden y Varnes, 1996)	240
E.1. Mapa de pendientes . . . . .	249
E.2. Mapas litológicos usados. . . . .	250
E.3. Estructuras del área de estudio. . . . .	251
E.4. Unidades de roca y suelo . . . . .	252
F.1. Mega Avalanchas registradas en Mather et al., 2014. . . . .	254
G.1. Catastro de remociones en masa Ruta-1 . . . . .	262
I.1. Remociones en masa de la quebrada Camarones . . . . .	271
I.2. Remociones en masa de la quebrada Miñimiñi . . . . .	272
I.3. Remociones en masa de la quebrada Suca . . . . .	273
I.4. Remociones en masa de la quebrada Camiña y Retamilla . . . . .	274
I.5. Remociones en masa de la quebrada Tiliviche . . . . .	275

I.6. Remociones en masa de la quebrada Aroma . . . . .	276
I.7. Remociones en masa de la quebrada Tarapacá . . . . .	277
K.1. Estimación tramos $R_{RUP}$ . . . . .	285
L.1. Clasificación de todas las remociones en masa que componen las 284 remociones compuestas que se presentan en el texto principal. . . . .	288
L.2. Frecuencia de remociones en masa por área para 284 unidades. . . . .	289
L.3. Frecuencia de remociones en masa por área para 407 unidades. . . . .	289
N.1. Valores de atenuación del PGA para la Falla ciega asociada a la Flexura Humayani .	297
N.2. Valores de atenuación del PGA para la Falla ciega asociada a la Flexura Moquella .	298
N.3. Valores de atenuación del PGA para la Falla ciega asociada a la Flexura Soga . . . .	298
N.4. Valores de atenuación del PGA para la Falla ciega asociada a la Flexura Aroma . . .	299
N.5. Valores de atenuación del PGA para la Falla ciega asociada a la Flexura Calacala . .	299
O.1. $r_{rup}$ en relación a la distancia medida en superficie ( $D_{sup}$ ) desde la proyección superficial del <i>tip point</i> de la falla. . . . .	301
O.2. Variación en el comportamiento de ley de atenuación del PGA horizontal de Sa- digh et al. (1997) con cambios en la geometría de la falla y magnitud sísmica. . . .	304
O.3. Variación en el comportamiento de ley de atenuación del PGA horizontal de Idriss (2008) con cambios en la geometría de la falla y magnitud sísmica. . . . .	305
O.4. Comparación entre leyes de atenuación del PGA de Idriss (2008) en azul y sadigh et al. (1997) en rojo. . . . .	306
O.5. Variación en el comportamiento de ley de atenuación del PGA horizontal de Am- braseys y Douglas (2003) con cambios en la geometría de la falla y magnitud sísmica.	307
O.6. Variación en el comportamiento de ley de atenuación del PGA vertical de Ambra- seys y Douglas (2003) con cambios en la geometría de la falla y magnitud sísmica.	308
O.7. Comparación entre atenuación de PGA horizontal y vertical según leyes de Am- braseys y Douglas (2003). . . . .	309
O.8. Comparación de las leyes de atenuación para fallas superficiales . . . . .	310
O.9. Comparación de las leyes de atenuación para una falla ciega . . . . .	311
P.1. Descripción estratigráfica sondaje S-1. . . . .	313
P.2. Descripción estratigráfica sondaje S-2. . . . .	313
P.3. Reporte de datación de radiocarbono por AMS (Beta Analytic Inc. . . . .	313
P.4. Pozo de datación. . . . .	314
Q.1. Distribución H/L versus runout de las remociones en masa. . . . .	317

Q.2. Relación H vs Runout, para todas las remociones en masa de la zona de estudio. . . . .	317
Q.3. Relación H vs Ángulo de viaje, para todas las remociones en masa de la zona de estudio. . . . .	318
Q.4. Distribución de H/L vs Volumen . . . . .	318
Q.5. Área vs Distancia . . . . .	319
Q.6. Área (log) vs Distancia . . . . .	319
R.1. Movilidad de remociones en masa por tipo . . . . .	321
S.1. Distribución de las remociones en masa en el espacio. . . . .	325
T.1. power-law . . . . .	327
T.2. Predicción de área y volumen para distintas magnitudes de eventos. . . . .	330
T.3. Densidad de frecuencia para 11 y 22 intervalos. . . . .	331
T.4. Remociones en masa de área mayor y menor a $1 \text{ km}^2$ . . . . .	332
U.1. Parentesco (arbitrario) entre remociones en masa y flexuras de carácter regional. . . . .	334
U.2. Frecuencia de remociones en masa según la distancia a la fuente cortical, agrupadas por área. . . . .	335
U.3. Frecuencia de remociones en masa según la distancia a la fuente cortical, agrupadas por tipo de remoción en masa. . . . .	336
U.4. Frecuencia de remociones en masa en relación al PGA, agrupado por tipo de remoción. . . . .	337
U.5. Frecuencia de remociones en masa en relación al PGA, agrupado por área de remoción. . . . .	338
U.6. Frecuencia de remociones en masa en relación al PGA, agrupado según su clasificación de origen (Farías, 2012). . . . .	339
U.7. Distribución de PGA para RM cercanas. . . . .	340
U.8. Histograma PGA Humayani, apilado por tipo de remoción en masa. . . . .	341
U.9. Histograma PGA Humayani, apilado por orden de magnitud de área. . . . .	342
U.10. Histograma PGA Moquilla, apilado por tipo de remoción en masa. . . . .	343
U.11. Histograma PGA Moquilla, apilado por orden de magnitud de área. . . . .	344
U.12. Histograma PGA Soga, apilado por tipo de remoción en masa. . . . .	345
U.13. Histograma PGA Soga, apilado por orden de magnitud de área. . . . .	346
U.14. Histograma PGA Aroma, apilado por tipo de remoción en masa. . . . .	347
U.15. Histograma PGA Aroma, apilado por orden de magnitud de área. . . . .	348
U.16. Histograma PGA Calacala, apilado por tipo de remoción en masa. . . . .	349
U.17. Histograma PGA Calacala, apilado por orden de magnitud de área. . . . .	350

U.18.Distribución de PGA teórico en remociones en masa tipo Pisagua (Mw 8.2), apilado por tipo de remoción en masa. . . . .	351
U.19.Distribución de PGA teórico en remociones en masa tipo Pisagua (Mw 8.2), apilados por tamaño de remociones en masa. . . . .	352
U.20.Área RM vs Distancia a la traza . . . . .	353