

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 General	3
1.1.2 Específicos.....	3
1.2 Ubicación y accesos	3
1.3 Metodología	5
1.3.1 Trabajo en terreno.....	5
1.3.2 Trabajo de Gabinete.....	6
1.4 Antecedentes.....	6
1.4.1 Antecedentes geológicos y metodológicos	6
1.4.2 Antecedentes pluviométricos.....	7
1.4.3 Antecedentes remociones en masa.....	8
2. Marco Geológico y Geomorfológico.....	9
2.1 Geomorfología	9
2.1.1 Planicies Litorales y Farellones Costeros	9
2.1.2 Cordillera de la Costa.....	11
2.1.3 Valles Transversales	12
2.1.4 Pampas	13
2.1.5 Pediplano	14
2.1.6 Precordillera	15
2.1.7 Altiplano	16
2.2 Geología	16
2.3 Tectónica	19
3. Geología y geomorfología local	23
3.1 Geología Local.....	23

3.1.1 Rocas Sedimentarias	23
3.1.2 Rocas Ígneas	25
3.1.3 Depósitos del Cuaternario	29
3.2 Geomorfología local	33
4. Análisis del Invierno Altiplánico en la zona	39
4.1 Clima	39
4.2 Marco referencial de estaciones meteorológicas.....	44
4.3 Registro de precipitaciones zona de estudio	47
4.4 Registro de precipitaciones para eventos de remoción en masa.....	60
4.4.1 Flujo de detritos Camiña (12 marzo 2012)	64
4.4.2 Aluviones en Tarapacá (10 febrero 2013).....	65
4.4.3 Aluviones de roca y barro en Camarones (26 marzo 2015)	66
4.4.4 Aluviones en Tarapacá (23-26 febrero 2016).....	68
4.4.5 Aluviones en Putre (23-26 febrero 2016)	70
4.4.6 Precipitaciones relacionadas a eventos aluvionales	72
5. Evaluación de susceptibilidad de remociones en masa	73
5.1 Delimitación de unidades geomorfológicas	73
5.2 Elaboración tabla de deslizamiento de roca	76
5.3 Evaluación de susceptibilidad	80
5.3.1 Deslizamiento de suelo.....	80
5.3.2 Deslizamiento de rocas	83
5.3.3 Caídas de rocas	85
6. Discusiones	88
7. Conclusiones.....	92
8. Bibliografía	94
Anexos	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Tabla de estaciones región de Arica y Parinacota	45
Tabla 4.2: Tabla de estaciones meteorológicas provincia de Camarones y región de Tarapacá	46
Tabla 4.3: Registro anual de precipitaciones, periodo enero-marzo	50
Tabla 4.4: Recopilación estadística del registro de precipitaciones de la tabla 4.3	51
Tabla 4.5: Registro anual de intensidad máxima de precipitaciones, periodo enero-marzo.	56
Tabla 4.6: Recopilación estadística de las intensidades máximas registradas por las estaciones de la Tabla 4.1	57
Tabla 4.7: Tabla de intensidad de precipitaciones vs precipitaciones acumuladas en estación Alcerreca en Lluta.....	57
Tabla 4.8: Tabla de intensidad de precipitaciones vs precipitaciones acumuladas en estación Putre-DCP	59
Tabla 4.9: Tabla resumen de eventos de remociones en masa.....	60
Tabla 4.10: Registro de precipitaciones flujo de detritos de Camiña 2012.....	65
Tabla 4.11: Registro de precipitaciones aluviones de Tarapacá 2013	66
Tabla 4.12: Registro de precipitaciones aluviones de roca y barro en Camarones 2015.	67
Tabla 4.13: Registro horario de precipitaciones aluviones de roca y barro en Camarones 2015..	68
Tabla 4.14: Registro de precipitaciones aluviones en Tarapacá 2016	69
Tabla 4.15: Registro horario de precipitaciones aluviones en Tarapacá 2016	69
Tabla 4.16: Registro de precipitaciones aluviones en Putre 2016.....	70
Tabla 4.17: Registro horario de precipitaciones aluviones en Putre 2016.....	71
Tabla 5.1: Tabla de ponderación factores condicionantes para flujos y deslizamiento superficiales y acarreo, zona norte.....	76
Tabla 5.2: Tabla de susceptibilidad para flujos y deslizamiento superficiales y acarreo, zona norte.....	76

Tabla 5.3: Tabla de ponderación de factores condicionantes caídas de rocas y rodados de roca, zona norte.....	77
Tabla 5.4: Tabla de susceptibilidad de caídas de rocas y rodados de roca, zona norte .	78
Tabla 5.5: Tabla de ponderación de factores condicionantes deslizamiento de rocas para la zona de estudio.....	79
Tabla 5.6: Tabla de susceptibilidad de deslizamiento de roca, zona estudio	79

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1: Zona de estudio.....	4
Figura 1.2: Recorrido en vehículo hasta Chapisca	5
Figura 2.1: Figura dominios geomorfológicos	10
Figura 2.2: Imagen Planicie Litoral, Arica	11
Figura 2.3: Cordillera de la Costa, Arica	12
Figura 2.4: Valle del Lluta, mirando hacia el NE	13
Figura 2.5: Imagen de la Pampa del Tamarugal	13
Figura 2.6: Foto valle del Lluta, flecha roja apunta al límite entre el valle y el Pediplano, orientación NE	14
Figura 2.7: Precordillera Lauca.....	15
Figura 2.8: Volcán Parinacota.	16
Figura 2.9: Carta Arica y Parinacota, zona norte	17
Figura 2.10: Geología Valle del Lluta.....	18
Figura 2.11: Mapa de fallas zona de estudio	22
Figura 3.1: Geología Local Valle del Lluta	23
Figura 3.2: Formación Livilcar (Flecha roja, borde negro), orientación N.....	24
Figura 3.3: Formación Oxaya, flecha roja apuntando a Ignimbrita Poconchile, orientación SW.....	26
Figura 3.4: a) Foto terraza fluvial donde la capa blanca representa la Ignimbrita Lauca, orientación S. b) Foto de la Ignimbrita Lauca con escala, orientación SE.	27
Figura 3.5: a) Intrusivo Lluta, fracturado, orientación NE. b) Intrusivo Lluta cubierto de material coluvial, orientación SW	29
Figura 3.6: Depósito de remoción en masa y quebradas de alta pendiente, orientación NW	31
Figura 3.7: a) Foto de escombros de falda, mirando hacia el SW. b) Foto de cono de deyección, mirando hacia el S	32
Figura 3.8: a) Foto cauce del río mostrando depósitos fluviales, orientación E. b) Foto calicata mostrando los mismos depósitos pero en profundidad	33

Figura 3.9: Terraza fluvial, mirando hacia el N.....	34
Figura 3.10: Quebrada Palmani, mirando hacia el NE	35
Figura 3.11: Perfil E-W, del Colapso del Lluta	36
Figura 3.12: Dominios principales avalancha del Lluta	37
Figura 4.1: Ilustración del contexto climático en el verano del hemisferio sur	40
Figura 4.2: Ilustración de bajas presiones desplazando al Anticiclón de Pacífico, flecha roja indica dirección de desplazamiento de la baja presión.....	41
Figura 4.3: Mediciones de precipitación en las estaciones de la región de Arica y Parinacota, datos de la dirección meteorológica.....	42
Figura 4.4: Esquema vientos cálidos provenientes del Amazonas (flechas amarillas) ..	43
Figura 4.5: Mapa de estaciones meteorológicas (Estaciones Putre y Putre-DCP, superpuestas a la localidad de Putre)	45
Figura 4.6: Mapa de estaciones meteorológicas e isoyetas (anuales) en la zona de estudio	48
Figura 4.7: Mapa de intensidad de precipitación máxima diarias anual (IMA), para la zona de estudio	49
Figura 4.8: Gráfico de precipitaciones anuales en las estaciones Alcerreca Lluta vs Putre-DCP	52
Figura 4.9: a) Comparación Alcerreca-Humapalca-Tacora. b) Alcerreca-Putre	54
Figura 4.10: Gráfico comparativo Alcerreca y Alcerreca en Lluta.....	55
Figura 4.11: Gráfico comparativo Intensidad de precipitación y precipitación acumulada en estación Alcerreca en Lluta.....	58
Figura 4.12: Gráfico comparativo Intensidad de precipitación y precipitación acumulada en estación Putre-DCP	59
Figura 4.13: Mapa de Isoyetas (anuales) Camarones y Camiña.....	62
Figura 4.14: Mapa de Isoyetas (anuales) Pozo Almonte-Huara	63
Figura 5.1: Mapa de polígonos de susceptibilidad	74
Figura 5.2: Mapa de polígonos de susceptibilidad con capa de geología superpuesta ..	75
Figura 5.3: Mapa de susceptibilidad de deslizamiento de suelos.....	82
Figura 5.4: Mapa de susceptibilidad de deslizamiento de roca	84

Figura 5.5: Mapa de susceptibilidad de caídas de rocas	86
Figura 6.1: Talud representativo de la zona de estudio	90