

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos . . . . .	2
1.1.1. Objetivo General . . . . .	2
1.1.2. Objetivos Específicos . . . . .	2
1.2. Metodología . . . . .	2
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>4</b>
2.1. Reconstrucción de la extensión del glaciar . . . . .	4
2.1.1. Herramienta GlaRe ( <i>Glacier Reconstruction</i> ) . . . . .	4
2.2. Modelamiento numérico discontinuo - modelos de elementos discretos . . . . .	6
2.2.1. Método de elementos distintos, DEM (Distinct Element Method) . . . . .	6
2.3. Software UDEC, Itasca . . . . .	8
2.3.1. Generar simulaciones . . . . .	9
2.3.2. Estado de equilibrio (Caso estático) . . . . .	9
2.3.3. Estado dinámico (Caso dinámico) . . . . .	13
<b>3. Área de estudio</b>	<b>15</b>
3.1. Ubicación . . . . .	15
3.2. Accesos . . . . .	16
3.3. Antecedentes . . . . .	17
3.3.1. Contexto y evolución tectónica . . . . .	17
3.3.2. Marco geomorfológico . . . . .	18
3.3.3. Marco geológico . . . . .	21
3.3.4. Clima . . . . .	24
3.4. Glaciación de los Andes Central . . . . .	25
3.4.1. Evolución glacial . . . . .	26
3.5. Deslizamiento de 1987 . . . . .	29
<b>4. Reconstrucción del glaciar en el estero Parraguirre</b>	<b>31</b>
4.1. Alcance del glaciar . . . . .	31
4.1.1. Validación de los casos . . . . .	34
4.1.2. Casos finales utilizados para el estudio . . . . .	36
4.2. Evolución glaciar, Máximo Glacial hasta la actualidad . . . . .	36
<b>5. Construcción del modelo estático UDEC</b>	<b>39</b>
5.1. Perfil representativo . . . . .	39
5.2. Topografía del perfil . . . . .	40
5.3. Geometría del modelo . . . . .	42
5.4. Parámetros constitutivos . . . . .	48
5.5. Condiciones de borde e iniciales . . . . .	50
5.6. Validación del modelo estático . . . . .	51
<b>6. Incorporación del glaciar al modelo UDEC</b>	<b>57</b>
6.1. Resultados modelo final del Perfil 1 . . . . .	60

6.1.1.	Caso A - Perfil 1 . . . . .	61
6.1.2.	Caso B - Perfil 1 . . . . .	63
6.1.3.	Caso C - Perfil 1 . . . . .	65
6.1.4.	Escenario 2014 - Perfil 1 . . . . .	67
6.2.	Resultados modelos final del Perfil 2 . . . . .	68
6.2.1.	Caso A - Perfil 2 . . . . .	69
6.2.2.	Caso B - Perfil 2 . . . . .	71
6.2.3.	Caso C - Perfil 2 . . . . .	73
6.3.	Comparación entre modelos del Perfil 1 y Perfil 2 . . . . .	75
6.3.1.	Diferencias entre modelos sin y con discontinuidades . . . . .	77
6.4.	Zona del deslizamiento de 1987 en los modelos . . . . .	80
6.4.1.	Diferencia de esfuerzos . . . . .	80
6.4.2.	Efecto sobre estructuras . . . . .	81
<b>7.</b>	<b>Discusiones</b>	<b>86</b>
7.1.	Casos y escenarios glaciares . . . . .	86
7.2.	Parámetros en el modelo . . . . .	86
7.2.1.	Topografía del perfil . . . . .	87
7.2.2.	Litologías . . . . .	88
7.2.3.	Discontinuidades . . . . .	90
7.2.4.	Factor de seguridad de la superficie aproximada del deslizamiento. . . . .	90
7.2.5.	Condiciones de borde y profundidad del modelo . . . . .	93
7.2.6.	Incorporación del glaciar, ciclos de tiempo y variación de altura . . . . .	93
7.3.	Implicancias del glaciar en el modelo final . . . . .	95
7.4.	Glaciar como factor preparatorio del deslizamiento de 1987 . . . . .	97
<b>8.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>99</b>
8.1.	Recomendaciones . . . . .	100
	<b>Bibliografía</b>	<b>101</b>
	<b>Anexo A. Construcción del modelo estático</b>	<b>106</b>
A.1.	Puntos XY, topografía perfiles . . . . .	106
A.2.	Litología a través de imágenes satelitales . . . . .	108
A.3.	División de unidades con imágenes de la zona de estudio . . . . .	110
A.4.	Discontinuidades observadas en terreno . . . . .	112
A.5.	Código UDEC del modelo estático final . . . . .	115
	<b>Anexo B. Incorporación del glaciar dentro del modelo</b>	<b>117</b>
B.1.	Distribución de esfuerzos en profundidad . . . . .	117
B.2.	Alturas glaciar - extrapolación . . . . .	121
B.3.	Análisis de distintas configuraciones . . . . .	122
B.4.	Comparación métodos de representación del glaciar . . . . .	125
B.5.	Validación caso estático nuevos modelos . . . . .	126
B.6.	Códigos representación del glaciar como presión . . . . .	129
B.7.	Comparación entre modelos - Caso C . . . . .	131