

# TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	iii
TABLA DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.1.1 Objetivo general:.....	2
1.1.2 Objetivos específicos:.....	2
1.2 Metodología .....	2
1.2.1 Selección de marco teórico. ....	2
1.2.2 Diseño y selección de geometría del muro Soil Nailing .....	2
1.2.3 Modelación en Plaxis 3D. ....	3
1.2.4 Análisis Sísmicos.....	3
1.3 Resultados esperados.....	3
2. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Técnica de Soil Nailing.....	4
2.1.1 Definición de un muro Soil Nailing.....	4
2.1.2 Elementos en un muro Soil Nailing.....	4
2.1.2.1 Anclajes Pasivos.....	4
2.1.2.2 Revestimiento .....	5
2.1.3 Origen y desarrollo: .....	7
2.1.4 Aplicaciones.....	8
2.1.5 Metodología de Construcción .....	9
2.2 Comportamiento de muros Soil Nailing.....	12
2.2.1 Transferencia de cargas en muros Soil Nailing. ....	12
2.2.1.1 Distribución de máxima carga axial. ....	14
2.2.1.2 Movilización de carga en la cabeza de los anclajes.....	15
2.2.2 Interacción Suelo - Anclaje .....	15
2.2.2.1 Correlaciones empíricas para estimar $q_s$ .....	16

2.2.2.2	Movilización de capacidad de fricción.....	17
2.2.3	Deformaciones y desplazamientos en un muro Soil Nailing.....	18
2.3	Estabilidad de muros de Soil Nailing.....	22
2.3.1	Modos de falla internos.....	22
2.3.1.1	Falla por falta de adherencia del bulbo.....	22
2.3.1.2	Falla por tracción en el anclaje.....	23
2.3.2	Modos de fallas en conexión anclaje-muro.....	23
2.3.2.1	Falla por flexión en el revestimiento.....	24
2.3.2.2	Falla por Punzonamiento.....	26
2.3.3	Modos de falla externos.....	27
2.3.3.1	Falla por estabilidad Global.....	27
2.3.3.2	Falla por deslizamiento.....	30
2.3.3.3	Falla por capacidad de Soporte.....	31
2.4	Caracterización Modelo Constitutivo de Suelos.....	32
2.4.1	Plaxis 3D.....	32
2.4.2	Modelo Constitutivo: Hardening Soil Model (HSM).....	32
2.4.3	Formulación.....	33
2.4.4	Hardening Soil Model with Small-Strain Stiffness (HS-Small).....	37
2.4.4.1	Parámetros del modelo constitutivo.....	39
2.4.5	Caracterización de parámetros geotécnicos.....	40
2.4.5.1	Antecedentes.....	40
2.4.5.2	Grava de Santiago.....	42
2.4.5.3	Arcilla del Sector Oriente de Santiago.....	45
2.4.5.4	Arena de Concón.....	48
2.5	Comportamiento Dinámico de Muros Soil Nailing.....	50
2.5.1	Modelos Físicos.....	50
2.5.2	Observaciones Post-Terremotos.....	51
3.	DISEÑO DE MUROS SOIL NAILING.....	53
3.1	Bases de Diseño.....	53
3.1.1	Estados Límites.....	53

3.1.1.1	Estado Límite de Resistencia.....	53
3.1.1.2	Estado Límite de Servicio .....	53
3.1.2	Procedimiento de Verificación de Diseño. ....	53
3.1.3	Factores de seguridad .....	56
3.1.4	Definición de cargas externas .....	57
3.1.5	Aceleración Pseudo-estática. ....	57
3.2	Metodología de Diseño .....	58
3.2.1	Aspectos generales .....	58
3.2.2	Configuración y distribución geométrica .....	59
3.2.2.1	Distribución de longitud de anclajes en elevación.....	61
3.2.2.2	Elección de Materiales .....	63
3.3	Variables Constructivas.....	65
3.3.1	Definición de Configuraciones Constructivas. ....	66
4.	MODELACIÓN NÚMERICA EN PLAXIS 3D.....	69
4.1	Definición de Modelos .....	69
4.1.1	Caracterización de suelos. ....	69
4.1.2	Caracterización de elementos. ....	70
4.1.3	Condiciones de Borde y Mallado. ....	71
4.1.4	Definición de Secuencia constructiva .....	74
4.2	Análisis Dinámico.....	78
4.2.1	Selección de registros sísmicos.....	78
4.2.2	Modelación bajo condiciones dinámicas.....	82
4.2.3	Puntos de Control .....	85
5.	ANÁLISIS DE LA SECUENCIA CONSTRUCTIVA. ....	87
5.1	Modelos para 4 subterráneos.....	87
5.1.1	Desplazamientos en el coronamiento.....	88
5.1.2	Perfil Carga Axial .....	93
5.2	Modelos con altura variable .....	98
5.2.1	Desplazamiento en el coronamiento.....	99
5.2.2	Desarrollo desplazamiento lateral en el coronamiento .....	100

5.2.3	Desarrollo de Asentamientos.....	102
5.2.4	Desarrollo deflexión lateral. ....	105
5.2.5	Desarrollo Carga Axial en líneas superiores.....	108
5.3	Respuesta ante la variación del volumen excavado .....	109
6.	RESULTADOS DE MODELOS DINÁMICOS. ....	112
6.1	Respuesta en condiciones de campo libre.....	112
6.2	Aceleración espectral .....	116
6.3	Desplazamientos post-sismo .....	118
6.4	Carga axial post-sismo.....	123
7.	DISCUSIÓN.....	125
7.1	Desarrollo de desplazamientos .....	125
7.2	Evaluación de desplazamientos post-sismo.....	130
7.3	Efectos de amplificación sísmica. ....	133
7.4	Desarrollo de Cargas .....	134
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	137
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	140
	ANEXO A : CÁLCULOS Y VERIFICACIÓN DE MODOS DE FALLAS.....	144
A.1	Estabilidad Global.....	144
A.2	Resistencia estructural .....	148
	ANEXO B : RESULTADOS CONFIGURACIONES SECUENCIA CONSTRUCTIVA.150	
B.1	Desplazamiento en el Coronamiento.....	150
B.2	Perfil de asentamiento del muro. ....	156
B.3	Deformada Lateral.....	159
B.4	Desarrollo Carga Axial Máxima. ....	161
	ANEXO C : REGISTRO TIEMPO–HISTORIA MODELOS DINÁMICOS.....	163
C.1	Registro aceleración.....	163
C.2	Desplazamientos Laterales absolutos en superficie.....	167