

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Contexto General.....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivo Específicos .....	2
1.3. Metodología .....	2
1.4. Organización de la Memoria .....	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. Preámbulo.....	4
2.1.1. Propiedades dinámicas de los suelos .....	4
2.1.1.1. Módulo de Corte (G).....	4
2.1.1.2. Relación de Amortiguamiento (D).....	7
2.1.1.3. Degradación de la rigidez y disipación de energía .....	9
2.1.1.4. Parámetros que afectan a G y D .....	10
2.1.1.5. Rangos de deformaciones.....	12
2.1.2. Medición de las Propiedades dinámicas de los suelos.....	13
2.1.2.1. Ensayos Geofísicos.....	14
2.1.2.1.1. Down Hole .....	14
2.1.2.1.2. Cross Hole .....	14
2.1.2.1.3. SASW .....	15
2.1.2.2. Ensayos de Laboratorio.....	15
2.1.2.2.1. Bender Element .....	15
2.1.2.2.2. Columna Resonante .....	16
2.1.2.2.3. Ensayo Triaxial Cíclico.....	17
2.1.2.2.4. Corte Simple Cíclico .....	18
2.1.3. Fábrica del Medio Granular .....	18
2.2. Implementación.....	21
2.2.1. Modelo Hiperbólico.....	21
2.2.2. Regla de Masing.....	21
2.3. Propiedades dinámicas de las arenas .....	22
2.3.1. Propiedades dinámicas de arenas limpias .....	24
2.3.2. Propiedades dinámicas de arenas con finos .....	27

2.4.	Resumen.....	35
3.	PROGRAMA EXPERIMENTAL.....	36
3.1.	Descripción de los materiales .....	36
3.1.1.	Torito Natural.....	36
3.1.2.	Torito con finos.....	38
3.1.3.	Microscopía Relave El Torito.....	38
3.2.	Equipos Utilizados.....	41
3.2.1.	Mastersizer 2000 .....	41
3.2.2.	SEM.....	41
3.2.3.	Bender Element.....	42
3.2.3.1.	Base Cámara Triaxial y Cámara Triaxial .....	42
3.2.3.2.	Osciloscopio PiscoScope 4224 .....	43
3.2.3.3.	Generador de Señales .....	44
3.2.4.	Columna Resonante.....	45
3.2.4.1.	Controlador Presión/Volumen Standard .....	46
3.2.4.2.	Equipo Columna Resonante (RCA).....	46
3.3.	Metodologías de los Ensayos .....	47
3.3.1.	Confección de probetas.....	48
3.3.2.	Saturación de la probeta .....	48
3.3.3.	Consolidación de la probeta .....	49
3.3.4.	Bender Element.....	49
3.3.5.	Columna Resonante.....	49
3.4.	Programa Experimental .....	49
4.	MÓDULO DE CORTE .....	52
4.1.	Resultados Pre-Ensayo .....	52
4.1.1.	Comparación Entre BE y CR.....	57
4.2.	Resultados para distintos estados de carga .....	59
4.2.1.	Bender Element.....	59
4.2.1.1.	Carga.....	59
4.2.1.2.	Descarga.....	63
4.2.2.	Columna Resonante.....	65
4.2.2.1.	Carga.....	65
4.2.2.2.	Descarga.....	71

4.3.	Comparación entre BE y CR.....	73
4.4.	Discusión .....	75
4.4.1.	Efecto del Estado de Carga.....	80
4.4.2.	Efecto del Índice de Vacío.....	81
4.4.3.	Efecto del Contenido de Finos .....	82
4.4.4.	Parámetros $\alpha$ y $\beta$ . .....	84
4.4.5.	Parámetros $C_g$ y $n$ en carga.....	86
4.4.6.	Parámetros $C_g$ y $n$ en descarga.....	88
4.4.7.	Parámetros $A_D$ y $n_D$ .....	90
5.	DEGRADACIÓN DRENADA .....	92
5.1.	Resultados para Arena Limpia.....	92
5.2.	Resultados para Arenas con Finos .....	96
5.2.1.	Resultados para 5% Contenido de Finos .....	96
5.2.2.	Resultados para 10% Contenido de Finos .....	100
5.2.3.	Resultados para 17% Contenido de Finos .....	104
5.2.4.	Resultados para 20% Contenido de Finos .....	106
5.3.	Discusión .....	110
5.3.1.	Efecto del Estado de Carga.....	124
5.3.2.	Efecto del Índice de vacío .....	128
5.3.3.	Efecto del Contenido de finos.....	134
5.3.4.	Estimación de la Degradación de la Rigidez .....	138
5.3.5.	Estimación del Amortiguamiento (Damping) .....	143
5.3.6.	$G/G_{max}$ vs $D$ .....	146
6.	DEGRADACIÓN NO DRENADA.....	148
6.1.	Resultados para Arena Limpia.....	148
6.2.	Resultados para Arenas con Finos .....	153
6.2.1.	Resultados para 5% Contenido de Finos .....	153
6.2.2.	Resultados para 10% Contenido de Finos .....	158
6.2.3.	Resultados para 20% Contenido de Finos .....	163
6.3.	Discusión .....	168
6.3.1.	Análisis Resultados .....	182
6.3.2.	Comparación Resultados Drenados y No Drenados.....	186
6.3.3.	Corrección $G_{nd}$ .....	191

7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	194
7.1.	Conclusiones Generales .....	194
7.2.	Recomendaciones para Trabajos Futuros .....	197
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	199