

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UN  
EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO LAS  
NORMAS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE DE PERÚ, CHILE,  
ESTADOS UNIDOS Y JAPÓN.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**SUSAN ELISA CUTIPA QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2018**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE UN  
EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO APLICANDO LAS  
NORMAS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE DE PERÚ, CHILE,  
ESTADOS UNIDOS Y JAPÓN.

TESIS PRESENTADA POR:

SUSAN ELISA CUTIPA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL




APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
Ing. Raúl Fernando Echegaray Chambi

PRIMER MIEMBRO:

  
Dr. Vladimiro Ibañez Quispe

SEGUNDO MIEMBRO:

  
Ing. Samuel Laura Huanca

DIRECTOR / ASESOR:

  
Ing. Yasmani Teófilo Vitulas Quille

Tema : Normas de Diseño Sismorresistente

Área : Estructuras

Línea de Investigación: Análisis y Diseño Estructural

*A Dios  
y a mis padres.*

### **AGRADECIMIENTOS:**

*Le doy gracias a Dios por la vida.*

*Gracias a mis padres, Delia y Zacarías, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.*

*A Luis, por ser una parte muy importante en mi vida, por su paciencia y amor incondicional, y a mi bebé Enriquito quien es la principal personita que me motiva a seguir adelante.*

*Mis sinceros agradecimientos hacia los docentes de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, por su atención y amabilidad en todo lo referente a mi vida como alumna de grado.*

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	14
ÍNDICE DE TABLAS .....	18
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	33
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS .....	44
RESUMEN .....	45
ABSTRACT .....	47
CAPÍTULO I.....	49
1. INTRODUCCIÓN .....	49
1.1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	50
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	52
1.3.1 Problema general .....	52
1.3.2 Problemas específicos.....	53
1.4 IMPORTANCIA Y UTILIDAD DEL ESTUDIO .....	53
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	54
1.5.1 Objetivo general .....	54
1.5.2 Objetivos específicos.....	54
1.6 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....	54

2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	56
2.1 MARCO TEÓRICO. GENERALIDADES .....	56
2.2 CONCEPTOS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN.....	56
2.2.1 Efectos sísmicos en los edificios. Características de la acción sísmica .....	57
2.2.2 Respuesta de los edificios a la acción sísmica .....	59
2.2.3 Conceptos de Dinámica Estructural .....	61
2.2.3.1 Grados de Libertad Dinámicos.....	61
2.2.3.2 Sistemas Lineales de Varios Grados de Libertad sin torsión...	62
2.2.4 Método del elemento finito .....	63
2.2.5 SAP 2000 V.19.....	64
2.3 CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN .....	65
2.3.1 Configuración Estructural .....	65
2.3.2 Características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico	66
2.3.2.1 Peso.....	66
2.3.2.2 Forma del edificio en planta.....	66
2.3.2.3 Forma del edificio en elevación .....	67
2.3.3 Requisitos básicos de estructuración.....	68

2.4	MARCO CONCEPTUAL. PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA FUERZA SÍSMICA.....	69
2.4.1	Zonificación sísmica.....	69
2.4.1.1	Zonificación sísmica en Perú .....	70
2.4.1.2	Zonificación sísmica en Chile .....	71
2.4.1.3	Zonificación sísmica en Estados Unidos.....	71
2.4.1.4	Zonificación sísmica en Japón .....	71
2.4.2	Perfiles de suelo.....	71
2.4.2.1	Perfiles de suelo en Perú .....	72
2.4.2.2	Perfiles de suelo en Chile .....	74
2.4.2.3	Perfiles de suelo en Estados Unidos.....	78
2.4.2.4	Perfiles de suelo en Japón .....	80
2.4.3	Factor de amplificación sísmica .....	81
2.4.3.1	Factor de amplificación sísmica en Perú.....	82
2.4.3.2	Factor de amplificación sísmica en Chile .....	82
2.4.3.3	Factor de coeficiente sísmico en Estados Unidos .....	84
2.4.3.4	Factor de coeficiente sísmico en Japón.....	84
2.4.4	Factor de uso o importancia .....	85
2.4.4.1	Factor de importancia en Perú.....	86

2.4.4.2	Factor de importancia en Chile .....	87
2.4.4.3	Factor de importancia en Estados Unidos .....	87
2.4.5	Factor de reducción de fuerzas sísmicas .....	88
2.4.5.1	Factor de reducción en Perú .....	88
2.4.5.2	Factor de reducción en Chile.....	92
2.4.5.3	Factor de reducción en Estados Unidos .....	92
2.4.5.4	Factor de reducción en Japón.....	93
2.4.6	Estimación del peso.....	93
2.4.6.1	Estimación del peso en Perú.....	94
2.4.6.2	Estimación del peso en Chile .....	94
2.4.6.3	Estimación del peso en Estados Unidos.....	94
2.4.6.4	Estimación del peso en Japón .....	95
2.4.7	Periodo fundamental de vibración .....	95
2.4.7.1	Periodo fundamental de vibración en Perú .....	95
2.4.7.2	Periodo fundamental de vibración en Chile.....	96
2.4.7.3	Periodo fundamental de vibración en Estados Unidos.....	96
2.4.7.4	Periodo fundamental de vibración en Japón .....	96
2.5	PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS SÍSMICO .....	96
2.5.1	Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes.....	96



2.5.1.1	Fuerza cortante en la base en Perú .....	97
2.5.1.2	Fuerza cortante en la base en Chile.....	97
2.5.1.3	Fuerza cortante en la base en Estados Unidos .....	98
2.5.1.4	Fuerza cortante en la base en Japón .....	98
2.5.2	Análisis dinámico modal espectral.....	99
2.5.2.1	Aceleración espectral en Perú .....	100
2.5.2.2	Aceleración espectral en Chile.....	100
2.5.2.3	Aceleración espectral en Estados Unidos .....	101
2.5.2.4	Aceleración espectral en Japón .....	103
2.6	DETERMINACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS.....	104
2.6.1	Desplazamientos laterales relativos en Perú .....	104
2.6.2	Desplazamientos laterales relativos en Chile.....	105
2.6.3	Desplazamientos laterales relativos en Estados Unidos.....	105
2.6.4	Desplazamientos laterales relativos en Japón .....	106
	CAPÍTULO III.....	107
3.	MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	107
3.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	107
3.1.1	Tipo de investigación .....	107

3.1.2	Nivel de la investigación .....	107
3.1.3	Método de investigación.....	108
3.1.4	Diseño de la investigación.....	108
3.1.5	Esquema de la investigación .....	108
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	110
3.2.1	Población .....	110
3.2.2	Muestra .....	110
3.3	INSTRUMENTOS.....	110
3.3.1	Instrumentos metodológicos.....	110
3.3.2	Instrumentos de ingeniería .....	110
3.3.2.1	Guías normativas y estudios.....	110
3.3.2.2	Software de ingeniería.....	111
3.4	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	111
3.4.1	Ubicación del estudio .....	111
3.4.2	Perfiles de suelos .....	111
3.4.3	Arquitectura del proyecto .....	111
3.4.4	Estructuración del proyecto .....	113
3.4.5	Predimensionamiento .....	115
3.4.5.1	Predimensionamiento de columnas.....	115

3.4.5.2	Predimensionamiento de vigas.....	116
3.4.5.3	Predimensionamiento de losa aligerada.....	117
3.4.5.4	Predimensionamiento de placas.....	117
3.4.6	Metrado de cargas.....	118
3.4.7	Modelación en SAP2000 V.19.....	122
3.4.8	Parámetros comunes de las normas sísmicas.....	137
3.4.8.1	Factor de suelo.....	137
3.4.8.2	Sistema estructural.....	138
3.4.8.3	Periodo fundamental de vibración.....	139
3.4.8.4	Peso de la edificación.....	141
3.4.9	Fuerza cortante en la base de las normas sísmicas.....	141
3.4.9.1	Fuerza cortante en la base de Perú.....	141
3.4.9.2	Fuerza cortante en la base de Chile.....	148
3.4.9.3	Fuerza cortante en la base de Estados Unidos.....	154
3.4.9.4	Fuerza cortante en la base en Japón.....	160
3.4.10	Espectros de diseño de las normas sísmicas.....	167
3.4.10.1	Espectro de diseño sísmico en Perú.....	167
3.4.10.2	Espectro de diseño sísmico en Chile.....	179
3.4.10.3	Espectro de diseño sísmico en Estados Unidos.....	192

3.4.10.4 Espectro de diseño en Japón.....	207
3.4.11 Desplazamientos laterales y derivas de las normas sísmicas estudiadas .....	221
3.4.11.1 Desplazamientos laterales en Perú .....	221
3.4.11.2 Desplazamientos laterales en Chile.....	257
3.4.11.3 Desplazamientos laterales en Estados Unidos .....	284
3.4.11.4 Desplazamientos laterales en Japón .....	338
CAPÍTULO IV .....	374
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	374
4.1 RESULTADOS .....	374
4.1.1 Fuerza cortante en la base.....	374
4.1.1.1 Fuerza cortante en la base – Análisis estático .....	374
4.1.1.2 Fuerza cortante en la base – Análisis dinámico .....	377
4.1.2 Espectros de diseño sísmico .....	380
4.1.3 Desplazamientos laterales y derivas.....	388
4.2 DISCUSIÓN .....	398
4.2.1 Interpretación de los resultados encontrados en la investigación .....	398
4.2.2 Contraste de resultados con antecedentes de la investigación .....	400

CAPÍTULO V .....	403
5. CONCLUSIONES .....	403
CAPÍTULO VI.....	405
6. RECOMENDACIONES.....	405
CAPÍTULO VII.....	406
7. REFERENCIAS.....	406
ANEXOS.....	409
ANEXO A RESUMEN NORMAS SÍSMICAS .....	410
ANEXO B PLANOS ARQUITECTURA .....	415
ANEXO C COMPROBACIÓN SISTEMA ESTRUCTURAL.....	420
ANEXO D NORMAS SÍSMICAS .....	427

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Movimientos de placas y generación de sismos. Mecanismo de subducción.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 2: Fuerza de inercia generada por la vibración de la estructura. .</i>	<i>58</i>
<i>Figura 3: Modelo de un sistema de un grado de libertad. ....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4: Amplificación del movimiento del terreno en sistemas con distinto periodo fundamental de vibración. ....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 5: Relación carga-deformación de una estructura.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 6: Grados de Libertad estáticos y dinámicos. ....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 7: Sistema de tres grados de Libertad Dinámicos. ....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 8: Malla de elementos finitos para analizar un muro con huecos. </i>	<i>63</i>
<i>Figura 9: Iniciando un modelo SAP2000 V.19.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 10: Distribuciones indeseables del peso del edificio.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 11: Formas asimétricas en planta indeseables.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 12: Posibles Remedios para eliminar los problemas de plantas asimétricas.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 13: Posibles remedios a la reducción en elevación.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 14: Mapa de zonificación sísmica de Perú. ....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 15: Mapa de isoaceleraciones espectrales correspondientes a un período estructural de 0.0 seg, 0.2 seg y 1.0 seg. ....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 16: Fuerza sísmica lateral <math>P_i</math> y cortante <math>Q_i</math> del entrepiso <math>i</math>. ....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 17: Espectro de aceleraciones de respuesta sísmica PERÚ. ....</i>	<i>100</i>

<i>Figura 18: Espectro de aceleraciones de respuesta sísmica CHILE. ....</i>	101
<i>Figura 19: Espectro de aceleraciones de respuesta sísmica en Estados Unidos .....</i>	102
<i>Figura 20: Espectro de aceleraciones de respuesta sísmica JAPÓN. ....</i>	104
<i>Figura 21: Diagrama de Flujo del Diseño de Ingeniería de la Investigación. ....</i>	109
<i>Figura 22: Plano arquitectónico de las plantas típicas de la edificación. ....</i>	112
<i>Figura 23: Ubicación de los ejes y distribución de los elementos estructurales. ....</i>	114
<i>Figura 24: Ubicación de unidades en SAP2000. ....</i>	123
<i>Figura 25: Ventana de Nuevo modelo. ....</i>	123
<i>Figura 26: Ventana para la edición de grilla. ....</i>	124
<i>Figura 27: Tipo de restricciones en los apoyos. ....</i>	125
<i>Figura 28: Propiedades del Concreto <math>f'c</math>. ....</i>	125
<i>Figura 29: Características de la sección Columna C1. ....</i>	126
<i>Figura 30: Características de la sección Columna C2. ....</i>	127
<i>Figura 31: Características de la sección viga principal VP. ....</i>	127
<i>Figura 32: Características de la sección viga secundaria VS. ....</i>	128
<i>Figura 33: Relación de Inercias de la losa aligerada. ....</i>	128
<i>Figura 34: Características de la sección losa aligerada LALIG20. ....</i>	129
<i>Figura 35: Características de la sección placa PLACA20. ....</i>	129

<i>Figura 36: Características de la sección losa escalera LESCALERA. ....</i>	130
<i>Figura 37: Dibujo vigas, columnas placas y losas. ....</i>	130
<i>Figura 38: Definición de los patrones de carga. ....</i>	131
<i>Figura 39: Cargas muertas de muros asignadas al modelo. ....</i>	132
<i>Figura 40: Asignación de brazos rígidos. ....</i>	133
<i>Figura 41: Definición de limitación del diafragma. ....</i>	134
<i>Figura 42: Definir la fuente de masa del modelo para Perú. ....</i>	134
<i>Figura 43: Definir la fuente de masa del modelo para Chile. ....</i>	135
<i>Figura 44: Definir la fuente de masa del modelo para EEUU. ....</i>	135
<i>Figura 45: Definir la fuente de masa del modelo para Japón. ....</i>	136
<i>Figura 46: Modelo de la Infraestructura. ....</i>	136
<i>Figura 47: Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación “Control de la deriva en las normas de diseño sismorresistente” .....</i>	400
<i>Figura 48: Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación. ....</i>	401
<i>Figura 49: Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación. ....</i>	401
<i>Figura 50: Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación. ....</i>	402
<i>Figura 51: Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación. ....</i>	402



Figura 52: Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma técnica E.030 "Diseño sismorresistente". .....	428
Figura 53: Norma Chile Oficial, Instituto Nacional de Normalización. Diseño sísmico de edificios. NCh 433 Of. 1996, modificada en 2012.....	429
Figura 54: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. ASCE/SEI 7-16.....	430
Figura 55: The Building Standard Law of Japan, 2000.....	431

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Factores de zona "Z" en Perú .....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 2: Factores de Zona "A0" en Chile .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 3: Factores de zona "Z" en Japón .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 4: Clasificación de los perfiles de suelo en Perú .....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 5: Clasificación sísmica del terreno de fundación en Chile.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 6: Clasificación de sitio en Estados Unidos .....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 7: Características de suelo en Japón.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 8: Valores máximos del coeficiente sísmico C .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 9: Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo en Chile .....</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 10: Factor de Importancia Perú.....</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 11: Categoría de ocupación de edificios y otras estructuras en Chile .....</i>	<i>87</i>
<i>Tabla 12: Categoría de riesgo de edificios para cargas sísmicas en Estados Unidos .....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 13: Tipos de sistemas estructurales en Perú .....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 14: Factor de irregularidad en altura.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 15: Factor de irregularidad en planta.....</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 16: Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta .....</i>	<i>92</i>

<i>Tabla 17: Coeficiente de Modificación de Respuesta.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla18: Factor de características estructurales Japón.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 19: Estimación del peso en Perú .....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 20: Valores de <math>C_T</math> para determinar periodo fundamental en Perú ..</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 21: Valores del parámetro <math>C_t</math> y <math>x</math> para Estados Unidos.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 22: Límites para la distorsión de entrepiso en Perú. ....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 23: Factor de amplificación de desplazamiento.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 24: Derivas de entrepiso permisibles en Estados Unidos .....</i>	<i>106</i>
<i>Tabla 25: Características de elementos de concreto armado .....</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 26: Resumen de dimensiones de elementos estructurales .....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 27: Metrado carga muerta muros.....</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 28: Clasificación de los perfiles de suelo en Perú .....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 29: Clasificación sísmica del terreno de fundación en Chile.....</i>	<i>137</i>
<i>Tabla 30: Clasificación de sitio en Estados Unidos .....</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 31: Características de suelo Japón .....</i>	<i>138</i>
<i>Tabla 32: Valor adoptado para <math>C_t</math>.....</i>	<i>139</i>
<i>Tabla 33: Valores adoptados del parámetro <math>C_t</math> y <math>x</math> para Estados Unidos .....</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 34: Periodo fundamental de vibración en dirección X,.....</i>	<i>140</i>
<i>Tabla 35: Carga Muerta, Carga Viva y carga de Techo de la estructura</i>	<i>141</i>
<i>Tabla 36: Parámetros de Sitio según Z y S.....</i>	<i>142</i>
<i>Tabla 37: Parámetros de sitio TP Y TL.....</i>	<i>142</i>

<i>Tabla 38: Factor de importancia U</i> .....	142
<i>Tabla 39 Coeficiente Básico de Reducción R0</i> .....	143
<i>Tabla 40:Factor de Irregularidad en altura Ia</i> .....	143
<i>Tabla 41: Factor de Irregularidad en planta Ip</i> .....	143
<i>Tabla 42: Factor de Amplificación Sísmica C</i> .....	144
<i>Tabla 43: Estimación del Peso</i> .....	144
<i>Tabla 44: Fuerza cortante estático – Suelo rígido</i> .....	145
<i>Tabla 45: Fuerza cortante estático – Suelo intermedio</i> .....	146
<i>Tabla 46: Fuerza cortante estático – Suelo blando</i> .....	147
<i>Tabla 47: Fuerza cortante dinámico de Perú</i> .....	148
<i>Tabla 48: Valor del coeficiente A0</i> .....	148
<i>Tabla 49: Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo</i> .....	149
<i>Tabla 50: Categoría de ocupación en Chile</i> .....	149
<i>Tabla 51: Valores máximos de factores de modificación de respuesta</i> ....	150
<i>Tabla 52: Valores máximos del coeficiente sísmico C</i> . .....	150
<i>Tabla 53: Fuerza cortante estático – Suelo rígido en Chile</i> .....	151
<i>Tabla 54: Fuerza cortante estático – Suelo medio en Chile</i> .....	152
<i>Tabla 55: Fuerza cortante estático – Suelo blando en Chile</i> . .....	153
<i>Tabla 56: Fuerza cortante dinámico de Chile</i> .....	154
<i>Tabla 57: Coeficiente de suelo para periodos cortos Fa</i> .....	154
<i>Tabla 58: Coeficiente de suelo para periodos largos Fv</i> .....	155
<i>Tabla 59: Valores del factor de importancia</i> .....	155

<i>Tabla 60: Coeficiente de modificación de respuesta R .....</i>	<i>156</i>
<i>Tabla 61: Fuerza cortante estático – Suelo rígido en Estados Unidos ....</i>	<i>157</i>
<i>Tabla 62: Fuerza cortante estático – Suelo intermedio en Estados Unidos .....</i>	<i>158</i>
<i>Tabla 63: Fuerza cortante estático – Suelo blando en Estados Unidos...</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 64: Fuerza cortante dinámico en Estados Unidos .....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 65: Factor de Zona .....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 66: Factor de Perfil de Suelo.....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 67: Valores del Rt. ....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 68: Factor de características estructurales JAPÓN. ....</i>	<i>162</i>
<i>Tabla 69: Fuerza cortante estático – Suelo rígido en Japón.....</i>	<i>163</i>
<i>Tabla 70: Fuerza cortante estático – Suelo medio en Japón.....</i>	<i>164</i>
<i>Tabla 71: Fuerza cortante estático – Suelo blando en Japón .....</i>	<i>165</i>
<i>Tabla 72: Fuerza cortante dinámico en Japón.....</i>	<i>166</i>
<i>Tabla 73: Espectro de diseño en Perú X-X – Suelo rígido.....</i>	<i>167</i>
<i>Tabla 74: Espectro de diseño en Perú, dirección Y-Y – Suelo rígido .....</i>	<i>169</i>
<i>Tabla 75: Espectro de diseño en Perú X-X – Suelo intermedio .....</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 76: Espectro de diseño en Perú Y-Y – Suelo intermedio.....</i>	<i>173</i>
<i>Tabla 77: Espectro de diseño en Perú X-X – Suelo blando.....</i>	<i>175</i>
<i>Tabla 78: Espectro de diseño en Perú Y-Y – Suelo blando .....</i>	<i>177</i>
<i>Tabla 79: Espectro de diseño en Chile X-X – Suelo rígido .....</i>	<i>180</i>
<i>Tabla 80: Espectro de diseño en Chile Y-Y – Suelo rígido.....</i>	<i>182</i>

<i>Tabla 81: Espectro de diseño en Chile X-X – Suelo intermedio.....</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 82: Espectro de diseño CHILE Y-Y – Suelo Intermedio.....</i>	<i>186</i>
<i>Tabla 83: Espectro de diseño CHILE X-X – Suelo Blando .....</i>	<i>188</i>
<i>Tabla 84: Espectro de diseño CHILE Y-Y – Suelo Blando.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 85: Espectro de diseño en Estados Unidos X-X – Suelo rígido .....</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 86: Espectro de diseño en Estados Unidos Y-Y – Suelo rígido.....</i>	<i>195</i>
<i>Tabla 87: Espectro de diseño en Estados Unidos X-X – Suelo intermedio .....</i>	<i>197</i>
<i>Tabla 88: Espectro de diseño en Estados Unidos Y-Y – Suelo intermedio .....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla 89: Espectro de diseño en Estados Unidos X-X – Suelo blando ....</i>	<i>202</i>
<i>Tabla 90: Espectro de diseño en Estados Unidos Y-Y – Suelo blando.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabla 91: Espectro de diseño en Japón X-X – Suelo rígido.....</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 92: Espectro de diseño en Japón Y-Y – Suelo rígido .....</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 93: Espectro de diseño en Japón X-X – Suelo intermedio .....</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 94: Espectro de diseño en Japón Y-Y – Suelo intermedio.....</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 95: Espectro de diseño en Japón X-X – Suelo blando.....</i>	<i>216</i>
<i>Tabla 96: Espectro de diseño en Japón Y-Y – Suelo blando .....</i>	<i>218</i>
<i>Tabla 97: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>221</i>
<i>Tabla 98: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>222</i>

<i>Tabla 99: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>224</i>
<i>Tabla 100: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>225</i>
<i>Tabla 101: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>227</i>
<i>Tabla 102: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>228</i>
<i>Tabla 103: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>230</i>
<i>Tabla 104: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>231</i>
<i>Tabla 105: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>233</i>
<i>Tabla 106: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>234</i>
<i>Tabla 107: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>236</i>
<i>Tabla 108: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>237</i>
<i>Tabla 109: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>239</i>

<i>Tabla 110: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>240</i>
<i>Tabla 111: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>242</i>
<i>Tabla 112: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>243</i>
<i>Tabla 113: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>245</i>
<i>Tabla 114: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>246</i>
<i>Tabla 115: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>248</i>
<i>Tabla 116: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>249</i>
<i>Tabla 117: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>251</i>
<i>Tabla 118: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>252</i>
<i>Tabla 119: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>254</i>
<i>Tabla 120: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>255</i>



<i>Tabla 121: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>257</i>
<i>Tabla 122: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>258</i>
<i>Tabla 123: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>260</i>
<i>Tabla 124: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>261</i>
<i>Tabla 125: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>263</i>
<i>Tabla 126: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>264</i>
<i>Tabla 127: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>266</i>
<i>Tabla 128: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>267</i>
<i>Tabla 129: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>269</i>
<i>Tabla 130: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>270</i>
<i>Tabla 131: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>272</i>

<i>Tabla 132: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>273</i>
<i>Tabla 133: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>275</i>
<i>Tabla 134: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>276</i>
<i>Tabla 135: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>278</i>
<i>Tabla 136: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>279</i>
<i>Tabla 137: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>281</i>
<i>Tabla 138: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>282</i>
<i>Tabla 139: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección X-X.....</i>	<i>284</i>
<i>Tabla 140: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y .....</i>	<i>285</i>
<i>Tabla 141: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección X-X.....</i>	<i>287</i>
<i>Tabla 142: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y .....</i>	<i>288</i>

<i>Tabla 143: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección X-X.....</i>	<i>290</i>
<i>Tabla 144: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>291</i>
<i>Tabla 145: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección X-X.....</i>	<i>293</i>
<i>Tabla 146: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>294</i>
<i>Tabla 147: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo rígido, dirección X-X.....</i>	<i>296</i>
<i>Tabla 148: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>297</i>
<i>Tabla 149: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo rígido, dirección X-X.....</i>	<i>299</i>
<i>Tabla 150: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>300</i>
<i>Tabla 151: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>302</i>
<i>Tabla 152: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y.....</i>	<i>303</i>
<i>Tabla 153: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>305</i>

<i>Tabla 154: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y.....</i>	<i>306</i>
<i>Tabla 155: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>308</i>
<i>Tabla 156: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y.....</i>	<i>309</i>
<i>Tabla 157: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>311</i>
<i>Tabla 158: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y.....</i>	<i>312</i>
<i>Tabla 159: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>314</i>
<i>Tabla 160: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y.....</i>	<i>315</i>
<i>Tabla 161: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>317</i>
<i>Tabla 162: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y.....</i>	<i>318</i>
<i>Tabla 163: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección X-X .....</i>	<i>320</i>
<i>Tabla 164: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>321</i>

<i>Tabla 165: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección X-X .....</i>	<i>323</i>
<i>Tabla 166: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>324</i>
<i>Tabla 167: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección X-X .....</i>	<i>326</i>
<i>Tabla 168: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>327</i>
<i>Tabla 169: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección X-X .....</i>	<i>329</i>
<i>Tabla 170: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>330</i>
<i>Tabla 171: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo blando, dirección X-X .....</i>	<i>332</i>
<i>Tabla 172: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>333</i>
<i>Tabla 173: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo blando, dirección X-X .....</i>	<i>335</i>
<i>Tabla 174: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>336</i>
<i>Tabla 175: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>338</i>

<i>Tabla 176: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>339</i>
<i>Tabla 177: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>341</i>
<i>Tabla 178: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>342</i>
<i>Tabla 179: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>344</i>
<i>Tabla 180: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>345</i>
<i>Tabla 181: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección X-X .....</i>	<i>347</i>
<i>Tabla 182: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y.....</i>	<i>348</i>
<i>Tabla 183: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>350</i>
<i>Tabla 184: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>351</i>
<i>Tabla 185: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>353</i>
<i>Tabla 186: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>354</i>

<i>Tabla 187: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>356</i>
<i>Tabla 188: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>357</i>
<i>Tabla 189: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>359</i>
<i>Tabla 190: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y .....</i>	<i>360</i>
<i>Tabla 191: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>362</i>
<i>Tabla 192: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>363</i>
<i>Tabla 193: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>365</i>
<i>Tabla 194: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>366</i>
<i>Tabla 195: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>368</i>
<i>Tabla 196: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y.....</i>	<i>369</i>
<i>Tabla 197: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección X-X.....</i>	<i>371</i>

*Tabla 198: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y..... 372*



## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Espectro de diseño en Perú, dirección X-X, suelo rígido. ....</i>	<i>169</i>
<i>Gráfico 2: Espectro de diseño en Perú, dirección Y-Y, suelo rígido.....</i>	<i>171</i>
<i>Gráfico 3: Espectro de diseño en Perú, dirección X-X, suelo intermedio.</i> <i>.....</i>	<i>173</i>
<i>Gráfico 4: Espectro de diseño en Perú, dirección Y-Y, suelo intermedio.</i>	<i>175</i>
<i>Gráfico 5: Espectro de diseño en Perú, dirección X-X, suelo blando.....</i>	<i>177</i>
<i>Gráfico 6: Espectro de diseño en Perú, dirección Y-Y, suelo blando. ....</i>	<i>179</i>
<i>Gráfico 7: Espectro de diseño en Chile, dirección X-X, suelo rígido. ....</i>	<i>181</i>
<i>Gráfico 8: Espectro de diseño en Chile, dirección Y-Y, suelo rígido.....</i>	<i>183</i>
<i>Gráfico 9: Espectro de diseño en Chile, dirección X-X, suelo intermedio.</i> <i>.....</i>	<i>185</i>
<i>Gráfico 10: Espectro de diseño en Chile, dirección Y-Y, suelo intermedio.</i> <i>.....</i>	<i>187</i>
<i>Gráfico 11: Espectro de diseño en Chile, dirección X-X, suelo blando... ..</i>	<i>189</i>
<i>Gráfico 12: Espectro de diseño en Chile, dirección Y-Y, suelo blando. ..</i>	<i>191</i>
<i>Gráfico 13: Espectro de diseño en Estados Unidos, dirección X-X, suelo</i> <i>rígido. ....</i>	<i>194</i>
<i>Gráfico 14: Espectro de diseño en Estados Unidos, dirección Y-Y, suelo</i> <i>rígido. ....</i>	<i>197</i>
<i>Gráfico 15: Espectro de diseño en EEUU, dirección X-X, suelo intermedio.</i> <i>.....</i>	<i>199</i>

<i>Gráfico 16: Espectro de diseño en EEUU, dirección Y-Y, suelo intermedio.</i>	202
<i>Gráfico 17: Espectro de diseño en Estados Unidos, dirección X-X, suelo blando.</i>	204
<i>Gráfico 18: Espectro de diseño en Estados Unidos, dirección Y-Y, suelo blando.</i>	207
<i>Gráfico 19: Espectro de diseño en Japón, dirección X-X, suelo rígido.</i>	209
<i>Gráfico 20: Espectro de diseño en Japón, dirección Y-Y, suelo rígido.</i>	211
<i>Gráfico 21: Espectro de diseño en Japón, dirección X-X, suelo intermedio.</i>	213
<i>Gráfico 22: Espectro de diseño en Japón, dirección Y-Y, suelo intermedio.</i>	215
<i>Gráfico 23: Espectro de diseño en Japón, dirección X-X, suelo blando.</i>	217
<i>Gráfico 24: Espectro de diseño en Japón, dirección Y-Y, suelo blando.</i>	219
<i>Gráfico 25: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo rígido, zona 1.</i>	223
<i>Gráfico 26: Derivas en Perú – Suelo rígido, zona 1.</i>	223
<i>Gráfico 27: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo rígido, zona 2.</i>	226
<i>Gráfico 28: Derivas en Perú – Suelo rígido, zona 2.</i>	226
<i>Gráfico 29: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo rígido, zona 3.</i>	229
<i>Gráfico 30: Derivas en Perú – Suelo rígido, zona 3.</i>	229
<i>Gráfico 31: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo rígido, zona 4.</i>	232
<i>Gráfico 32: Derivas en Perú – Suelo rígido, zona 4.</i>	232

<i>Gráfico 33: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo intermedio, zona 1</i>	235
<i>Gráfico 34: Derivas en Perú – Suelo intermedio, zona 1</i>	235
<i>Gráfico 35: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo intermedio, zona 2</i>	238
<i>Gráfico 36: Derivas en Perú – Suelo intermedio, zona 2</i>	238
<i>Gráfico 37: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo intermedio, zona 3</i>	241
<i>Gráfico 38: Derivas en Perú – Suelo intermedio, zona 3</i>	241
<i>Gráfico 39: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo intermedio, zona 4</i>	244
<i>Gráfico 40: Derivas en Perú – Suelo intermedio, zona 4</i>	244
<i>Gráfico 41: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo blando, zona 1</i>	247
<i>Gráfico 42: Derivas en Perú – Suelo blando, zona 1</i>	247
<i>Gráfico 43: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo blando, zona 2</i>	250
<i>Gráfico 44: Derivas en Perú – Suelo blando, zona 2</i>	250
<i>Gráfico 45: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo blando, zona 3</i>	253
<i>Gráfico 46: Derivas en Perú – Suelo blando, zona 3</i>	253
<i>Gráfico 47: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo blando, zona 4</i>	256
<i>Gráfico 48: Derivas en Perú – Suelo blando, zona 4</i>	256
<i>Gráfico 49: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo rígido, zona 1</i>	259
<i>Gráfico 50: Derivas en Chile – Suelo rígido, zona 1</i>	259

<i>Gráfico 51: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo rígido, zona 2..</i>	262
<i>Gráfico 52: Derivas en Chile – Suelo rígido, zona 2 .....</i>	262
<i>Gráfico 53: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo rígido, zona 3..</i>	265
<i>Gráfico 54: Derivas en Chile – Suelo rígido, zona 3 .....</i>	265
<i>Gráfico 55: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo intermedio, zona 1</i> <i>.....</i>	268
<i>Gráfico 56: Derivas en Chile – Suelo intermedio, zona 1 .....</i>	268
<i>Gráfico 57: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo intermedio, zona 2</i> <i>.....</i>	271
<i>Gráfico 58: Derivas en Chile – Suelo intermedio, zona 2 .....</i>	271
<i>Gráfico 59: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo intermedio, zona 3</i> <i>.....</i>	274
<i>Gráfico 60: Derivas en Chile – Suelo intermedio, zona 3 .....</i>	274
<i>Gráfico 61: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo blando, zona 1</i>	277
<i>Gráfico 62: Derivas en Chile – Suelo blando, zona 1 .....</i>	277
<i>Gráfico 63: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo blando, zona 2</i>	280
<i>Gráfico 64: Derivas en Chile – Suelo blando, zona 2 .....</i>	280
<i>Gráfico 65: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo blando, zona 3</i>	283
<i>Gráfico 66: Derivas en Chile – Suelo blando, zona 3 .....</i>	283
<i>Gráfico 67: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido,</i> <i>zona 1 .....</i>	286
<i>Gráfico 68: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 1 .....</i>	286

<i>Gráfico 69: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 2 .....</i>	<i>289</i>
<i>Gráfico 70: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 2.....</i>	<i>289</i>
<i>Gráfico 71: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 3 .....</i>	<i>292</i>
<i>Gráfico 72: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 3.....</i>	<i>292</i>
<i>Gráfico 73: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 4 .....</i>	<i>295</i>
<i>Gráfico 74: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 4.....</i>	<i>295</i>
<i>Gráfico 75: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 5 .....</i>	<i>298</i>
<i>Gráfico 76: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 5.....</i>	<i>298</i>
<i>Gráfico 77: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 6 .....</i>	<i>301</i>
<i>Gráfico 78: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 6.....</i>	<i>301</i>
<i>Gráfico 79: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 1.....</i>	<i>304</i>
<i>Gráfico 80: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 1 .....</i>	<i>304</i>
<i>Gráfico 81: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 2.....</i>	<i>307</i>
<i>Gráfico 82: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 2 .....</i>	<i>307</i>

<i>Gráfico 83: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 3.....</i>	<i>310</i>
<i>Gráfico 84: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 3 .....</i>	<i>310</i>
<i>Gráfico 85: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 4.....</i>	<i>313</i>
<i>Gráfico 86: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 4 .....</i>	<i>313</i>
<i>Gráfico 87: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 5.....</i>	<i>316</i>
<i>Gráfico 88: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 5 .....</i>	<i>316</i>
<i>Gráfico 89: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 6.....</i>	<i>319</i>
<i>Gráfico 90: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 6 .....</i>	<i>319</i>
<i>Gráfico 91: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 1 .....</i>	<i>322</i>
<i>Gráfico 92: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 1 .....</i>	<i>322</i>
<i>Gráfico 93: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 2 .....</i>	<i>325</i>
<i>Gráfico 94: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 2 .....</i>	<i>325</i>
<i>Gráfico 95: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 3 .....</i>	<i>328</i>
<i>Gráfico 96: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 3 .....</i>	<i>328</i>

<i>Gráfico 97: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 4 .....</i>	<i>331</i>
<i>Gráfico 98: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 4 .....</i>	<i>331</i>
<i>Gráfico 99: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 5 .....</i>	<i>334</i>
<i>Gráfico 100: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 5 .....</i>	<i>334</i>
<i>Gráfico 101: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 6 .....</i>	<i>337</i>
<i>Gráfico 102: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 6 .....</i>	<i>337</i>
<i>Gráfico 103: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo rígido, zona 1 .....</i>	<i>340</i>
<i>Gráfico 104: Derivas en Japón – Suelo rígido, zona 1 .....</i>	<i>340</i>
<i>Gráfico 105: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo rígido, zona 2 .....</i>	<i>343</i>
<i>Gráfico 106: Derivas en Japón – Suelo rígido, zona 2 .....</i>	<i>343</i>
<i>Gráfico 107: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo rígido, zona 3 .....</i>	<i>346</i>
<i>Gráfico 108: Derivas en Japón – Suelo rígido, zona 3 .....</i>	<i>346</i>
<i>Gráfico 109: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo rígido, zona 4 .....</i>	<i>349</i>
<i>Gráfico 110: Derivas en Japón – Suelo rígido, zona 4 .....</i>	<i>349</i>

<i>Gráfico 111: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo intermedio, zona 1</i> .....	352
<i>Gráfico 112: Derivas en Japón – Suelo intermedio, zona 1</i> .....	352
<i>Gráfico 113: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo intermedio, zona 2</i> .....	355
<i>Gráfico 114: Derivas en Japón – Suelo intermedio, zona 2</i> .....	355
<i>Gráfico 115: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo intermedio, zona 3</i> .....	358
<i>Gráfico 116: Derivas en Japón – Suelo intermedio, zona 3</i> .....	358
<i>Gráfico 117: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo intermedio, zona 4</i> .....	361
<i>Gráfico 118: Derivas en Japón – Suelo intermedio, zona 4</i> .....	361
<i>Gráfico 119: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo blando, zona 1</i> .....	364
<i>Gráfico 120: Derivas en Japón – Suelo blando, zona 1</i> .....	364
<i>Gráfico 121: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo blando, zona 2</i> .....	367
<i>Gráfico 122: Derivas en Japón – Suelo blando, zona 2</i> .....	367
<i>Gráfico 123: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo blando, zona 3</i> .....	370
<i>Gráfico 124: Derivas en Japón – Suelo blando, zona 3</i> .....	370



<i>Gráfico 125: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo blando, zona 4</i> .....	373
<i>Gráfico 126: Derivas en Japón – Suelo blando, zona 4</i> .....	373
<i>Gráfico 127: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo rígido, dirección X-X</i> .....	374
<i>Gráfico 128: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo rígido, dirección Y-Y</i> .....	375
<i>Gráfico 129: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo intermedio, dirección X-X</i> .....	375
<i>Gráfico 130: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo intermedio, dirección Y-Y</i> .....	376
<i>Gráfico 131: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo blando, dirección X-X</i> .....	376
<i>Gráfico 132: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo blando, dirección Y-Y</i> .....	377
<i>Gráfico 133: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo rígido, dirección X-X</i> .....	377
<i>Gráfico 134: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo rígido, dirección Y-Y</i> .....	378
<i>Gráfico 135: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo intermedio, dirección X-X</i> .....	378

<i>Gráfico 136: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo intermedio, dirección X-X.</i>	379
<i>Gráfico 137: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo blando, dirección X-X.</i>	379
<i>Gráfico 138: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo blando, dirección X-X.</i>	380
<i>Gráfico 139: Comparación de espectro de diseño para suelo rígido en dirección X-X.</i>	381
<i>Gráfico 140: Comparación de espectro de diseño para suelo rígido en dirección Y-Y.</i>	382
<i>Gráfico 141: Comparación de espectro de diseño para suelo intermedio en dirección X-X.</i>	383
<i>Gráfico 142: Comparación de espectro de diseño para suelo intermedio en dirección Y-Y.</i>	384
<i>Gráfico 143: Comparación de espectro de diseño para suelo blando en dirección X-X.</i>	386
<i>Gráfico 144: Comparación de espectro de diseño para suelo blando en dirección Y-Y.</i>	387
<i>Gráfico 145: Comparación de desplazamientos laterales para suelo rígido en dirección X-X.</i>	388
<i>Gráfico 146: Comparación de desplazamientos laterales para suelo rígido en dirección Y-Y.</i>	389

<i>Gráfico 147: Comparación de desplazamientos laterales para suelo intermedio, dirección X-X.....</i>	<i>390</i>
<i>Gráfico 148: Comparación de desplazamientos laterales para suelo intermedio, dirección Y-Y.....</i>	<i>391</i>
<i>Gráfico 149: Comparación de desplazamientos laterales para suelo blando en dirección X-X.....</i>	<i>392</i>
<i>Gráfico 150: Comparación de desplazamientos laterales para suelo blando en dirección Y-Y.....</i>	<i>393</i>
<i>Gráfico 151: Control de derivas en Perú, dirección X-X.....</i>	<i>394</i>
<i>Gráfico 152: Control de derivas en Perú, dirección Y-Y.....</i>	<i>394</i>
<i>Gráfico 153: Control de derivas en Chile, dirección X-X.....</i>	<i>395</i>
<i>Gráfico 154: Control de derivas en Chile, dirección Y-Y.....</i>	<i>395</i>
<i>Gráfico 155: Control de derivas en Estados Unidos, dirección X-X.....</i>	<i>396</i>
<i>Gráfico 156: Control de derivas en Estados Unidos, dirección Y-Y.....</i>	<i>396</i>
<i>Gráfico 157: Control de derivas en Japón, dirección X-X.....</i>	<i>397</i>
<i>Gráfico 158: Control de derivas en Japón, dirección Y-Y.....</i>	<i>397</i>

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Nch: Normas Chilenas.

IBC: International Building Code.

ASCE: American Society of Civil Engineers.

BSLJ: Building Standard Law of Japan.

FIB: Fédération Internationale du Béton.

MEF: Método de los Elementos Finitos.

SAP: Structural Analysis Program.

## RESUMEN

La investigación tiene como objetivo analizar y comparar la respuesta sísmica de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón, a partir de la fuerza cortante en la base, los espectros de respuesta sísmica y desplazamientos laterales. Se ha elegido estos países porque conforman el cinturón de Fuego del Pacífico, que se caracteriza principalmente por tener intensa actividad sísmica. Además, las normas sísmicas estudiadas son catalogadas como principales normas de diseño sismorresistente a nivel mundial.

El método de análisis sísmico que se utilizó en la investigación es del análisis dinámico modal espectral, puesto que es el procedimiento de análisis sísmico exigido en el país, de uso más común a nivel internacional y generalizado por las normas sísmicas. Además, es un método ventajoso para estimar los desplazamientos y fuerzas en los elementos de un sistema estructural.

De acuerdo a lo planteado, se elaboró un estudio y análisis sísmico comparativo evaluando el nivel de exigencia de la norma sísmica de Perú (E.030, 2016), con respecto a las normas sísmicas de Chile (NCh433, 2012), Estados Unidos (IBC/ASCE7, 2016) y Japón (BSLJ, 2000). Se clasificó los datos en tres grupos respecto del tipo de suelo y se analizó considerando todas las zonas sísmicas de las normas. Finalmente, se obtuvo como

resultado que, las normas sísmicas de Japón y Estados Unidos tienen parámetros de respuesta sísmica más rigurosos frente a las otras normas sísmicas de Chile y Perú, respectivamente, presentan mayor fuerza cortante y su espectro de diseño es mayor. Por otro lado, respecto al control de desplazamientos laterales para periodos cortos, la norma peruana es la más exigente frente a las normas de Chile, Estados Unidos y Japón, para tipos de suelo rígido, intermedio y blando.

**Palabras Clave:** Análisis sísmico, fuerza cortante en la base, espectros de respuesta sísmica, desplazamientos laterales, análisis dinámico modal espectral.

## **ABSTRACT**

The objective of the research is to analyze and compare the seismic response of a multi-family building with ten levels of reinforced concrete, applying the seismic design codes of Peru, Chile, the United States and Japan, based on the shear force at the base, seismic response spectra and lateral displacements. These countries have been chosen because they make up the Pacific Ring of Fire, which is mainly characterized by intense seismic and volcanic activity in the areas it covers. In addition, the studied seismic codes are cataloged as the main seismic resistant design codes worldwide.

The method of seismic analysis that was used in the investigation is of the spectral modal dynamic analysis, since it is the procedure of seismic analysis required in the country, of most common use at an international level and generalized by the seismic codes. Also, it is an advantageous method to estimate the displacements and forces in the elements of a structural system.

According to the proposal, a comparative seismic study and analysis was prepared evaluating the level of demand of the seismic code of Peru (RNE E.030, 2016), with respect to the seismic codes of Chile (NCh433, 2012), United States (IBC / ASCE7, 2016) and Japan (BSLJ, 2000). The data were classified into three types of soils and analyzed considering all the seismic zones of the codes. Finally, it was obtained that, the seismic codes

of Japan and the United States have more rigorous parameters of seismic response compared to the other seismic codes, following Chile and Peru, respectively, like more seismic base shear and seismic response spectra. On the other hand, regarding the control of lateral displacements for short periods, the Peruvian seismic code is the most demanding one against the norms of Chile, the United States and Japan, for types of rigid, intermediate and soft soil.

**Keywords:** seismic analysis, Seismic Base Shear, seismic response spectra, lateral displacements, spectral modal dynamic analysis.



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En los últimos años se han registrado sismos de gran importancia a nivel mundial, lo que ha llevado a las instituciones de cada país a mejorar continuamente las normas sísmicas. En el país, el diseño sísmico ha jugado un papel importante para la construcción de edificaciones, para evitar pérdidas de vidas humanas y minimizar los daños a la propiedad. Las normas sísmicas son indispensables dentro del análisis y diseño sísmico, siendo por ello necesario su estudio, entendimiento y aplicabilidad.

Para la mejora continua de la norma es necesario conocer cómo se maneja las normas sísmicas de otros países especialmente los que tienen alta sismicidad. Entonces resulta conveniente entender las particularidades de cada una de las normas de diseño sismorresistente planteadas y sus diferencias.

Las normas sísmicas de los países elegidos están catalogadas dentro de las principales normas de diseño sismorresistente a nivel mundial (FIB, August 2013). Además, conforman el cinturón de Fuego del Pacífico, el cual se caracteriza por tener una intensa actividad sísmica y volcánica en las zonas que éste abarca.

La investigación nace de la necesidad de conocer, analizar y comparar la respuesta sísmica de una edificación de concreto armado con sistema dual mediante un análisis sísmico dinámico aplicado con la norma de Perú de diseño sismorresistente (E.030, 2016) y las normas de Chile (NCh433, 2012), Estados Unidos (IBC/ASCE7, 2016) y Japón (BSLJ, 2000), para determinar cuál de estas normas propone valores y parámetros más rigurosos respecto a espectros de diseño, fuerzas cortantes y desplazamientos laterales.

## 1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A pesar de contar con bibliografías afines y la norma E.030 de “Diseño Sismorresistente” (E.030, 2016) para el análisis sísmico, no resulta suficiente para su entendimiento total, siendo importante conocer el manejo de otras normas sísmicas internacionales para una mayor comprensión, con estudios y ejemplos prácticos, como el desarrollo de un proyecto de ingeniería, que se pretende ejecutar en la investigación.

El “*Comparison of seismic codes of 1981 Japan (BSLJ), 2000 USA (IBC) and 1999 Iran (ICS)*” (Faizian y Ishiyama, 2004), determina que muchos códigos sísmicos requieren que las estructuras sean diseñadas para resistir fuerzas laterales estáticas relacionadas a la estructura y a la sismicidad de la región. Basado en una estimación del periodo fundamental de la estructura, las fórmulas son especificadas para el corte basal y la distribución de fuerzas laterales sobre la altura de las construcciones. Se concluyó que existe diferencias entre la norma estadounidense IBC y la norma japonesa BSLJ, en relación al riesgo sísmico, contenido espectral y comportamiento de la estructura.

El “*Control de la deriva en las normas de diseño sismorresistente*” (Insúa, 2004), determina que los fuertes terremotos acontecidos en las diversas zonas sísmicas de nuestro planeta, han dejado en evidencia la directa relación entre los desplazamientos laterales y el nivel de daño estructural y no estructural presentado en las edificaciones. Esto ha motivado que tanto los procedimientos de cálculo como los valores máximos de la deriva de entrepiso se hayan tenido que revisar y modificar recientemente en los códigos sísmicos de varios países.

El “*Desempeño sísmico de un edificio aporricado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones*” (Navarro & Fernandez, 2006), establece el estudio del comportamiento de edificaciones ante acciones laterales es importante ya que los

sismos imponen desplazamientos laterales a la estructura. Los daños en las edificaciones están directamente relacionados con los desplazamientos laterales. Por tanto, es importante estudiar el comportamiento sísmico de las edificaciones, mediante la realización de ensayos experimentales de desplazamientos laterales.

La “*Evaluación del impacto en la selección de normas sísmicas para el diseño de estructuras en instalaciones industriales*” (Lopez & Matheus, 2013), indica que, las distintas Normas que se utilizan en el mundo para el diseño sismorresistente parten todas de la misma base conceptual, es decir, se intentan traducir de la forma más precisa posible, a través de expresiones matemáticas, las fuerzas que generan los sismos sobre las estructuras.

El “*Critical comparison of major seismic codes for buildings*” (FIB, August 2013), resalta la importancia de comparar las principales normas sísmicas a nivel mundial, los códigos sísmicos estudiados son de los países USA, Canadá, Europa, Nueva Zelanda, Japón, México y Chile. Se exponen los principales conceptos de la ingeniería sísmica con un enfoque sencillo e ilustrativo. Se ilustran algunas hipótesis sobre el comportamiento de las edificaciones sometidas a sismos y se resumen los fundamentos teóricos utilizados usualmente para el análisis y diseño de edificaciones sismorresistentes.

El “*Estudio comparativo de distintas normas internacionales respecto de la aplicación de los espectros sísmicos de respuesta*” (Málaga, 2015), establece que, los efectos sísmicos en las estructuras son de gran importancia, ya que puede directa o indirectamente afectar la estabilidad y la resistencia de las estructuras. La vida útil de una estructura es por tanto condicionada a estos efectos y deben por tanto ser estudiados y modelizados a la hora de diseñar y calcular una estructura, el objetivo del trabajo es obtener un mayor entendimiento de los efectos sísmicos en una estructura.

El “*Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso – deriva y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante los análisis sísmico dinámico, aplicado con la norma de diseño sismorresistente E030 y la norma chilena de diseño sísmico de edificios Nch433*” (García y Moscoso, 2016), resalta que, la investigación está basada en la necesidad de evaluar la norma E.030 que fue actualizada recientemente, debido a que, para lograr un correcto uso, se debe tener presente sus modificaciones, la mejoras que tuvo con su predecesora y la comparación con la norma Chilena que ha sido diseñada para eventos sísmicos severos, que presenta parámetros rigurosos y de esta manera poder resaltar sus puntos a favor para poder reconocer las posibles debilidades de la norma sísmica peruana.

El “*Análisis comparativo de pórticos diseñados con varios códigos sismorresistentes*” (Valarezo, Suarez, Zapata, & Morocho, 2000), indica que, el diseño sismo-resistente en los países latinoamericanos y de aquellos que usan el código internacional IBC es gobernado por métodos basados en fuerzas. El objeto de los métodos es encontrar una estructura que bajo fuerzas laterales reducidas cumpla con ciertos límites de deriva. En el documento se evalúa el desempeño de pórticos diseñados con estos métodos. Además, con objeto de comparación, se aplican las metodologías de diseño basadas en desplazamientos.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.3.1 Problema general**

¿Cuál es la respuesta sísmica de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón?

### **1.3.2 Problemas específicos**

1.3.2.1 ¿Cuál es la fuerza cortante basal de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón?

1.3.2.2 ¿Cuál es el espectro de diseño sísmico de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón?

1.3.2.3 ¿Cuáles son los desplazamientos laterales de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón?

## **1.4 IMPORTANCIA Y UTILIDAD DEL ESTUDIO**

La investigación pretende ilustrar como una guía de comparación del diseño sísmico de la norma peruana con normas sísmicas de otros países, y el conocimiento de las diferencias existentes. La contribución de la investigación está enfocada para dar mayor entendimiento de los efectos sísmicos, así como sus características, alcances y limitaciones.

Aunque las agitaciones sísmicas como terremotos no se pueden prevenir en la práctica, la ciencia y la ingeniería proporcionan herramientas relevantes que se pueden utilizar para reducir sus efectos. Los investigadores sísmicos y los ingenieros estructurales con experiencia en diseño sísmico tienen suficiente comprensión de los efectos del terremoto que sacuden a las edificaciones.

Las normas sísmicas incorporan toda esta información para diseñar edificaciones apropiadas estructuralmente, lo que conlleva a la protección de la vida de los ocupantes y de la integridad del edificio mismo.

Las normas sísmicas son herramientas de mayor utilización dentro del análisis y diseño sísmico, siendo por ello necesario su estudio, entendimiento y aplicabilidad.

La investigación sirve como base de estudio para buscar mejoras en la norma sísmica peruana en las investigaciones futuras, de esta manera se podrá lograr edificaciones más seguras. Además, saber el nivel de exigencia que debe tener la norma sísmica en comparación con las normas sísmicas internacionales.

## **1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Objetivo general**

Determinar, analizar y comparar la respuesta sísmica de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1.5.2.1 Determinar, analizar y comparar la fuerza cortante en la base de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón.

1.5.2.2 Determinar, analizar y comparar los espectros de diseño sísmico de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón.

1.5.2.3 Determinar, analizar y comparar los desplazamientos laterales de un edificio de concreto armado aplicando las normas de diseño sismorresistente de Perú, Chile, Estados Unidos y Japón.

## **1.6 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

### **El trabajo se ha organizado de la siguiente manera:**

En el CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA. Corresponde al marco teórico y marco conceptual. Se revisaron los criterios que tienen las normas de diseño sísmico para calcular la respuesta sísmica de estructuras, así como también los límites

que imponen a los desplazamientos laterales. Se hace un resumen de las normas sísmicas de los países de importante actividad sísmica a nivel mundial como son Perú, Chile, Estados Unidos y Japón. En el capítulo se presentan la fuerza cortante en la base, los espectros de aceleración y los límites de los desplazamientos máximos en las normas sísmicas de cada país.

En el CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOLOGÍA. Corresponde al tipo, nivel y método de investigación. Se evalúan las exigencias de las normas sísmicas en cuanto al control de los espectros de aceleración, la fuerza cortante en la base y los desplazamientos laterales, a partir de la modelación de la edificación con el programa SAP2000. Se hicieron consultas sobre la interpretación de las normas sísmicas y la metodología desarrollada con profesores universitarios y profesionales de otros países.

En el CAPÍTULO IV: RESULTADO Y DISCUSIÓN. Corresponde a la obtención y comparación de resultados obtenidos y su respectivo análisis y discusión.

En el CAPÍTULO V: CONCLUSIONES y el CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES. Corresponde a las conclusiones que pueden extraerse del presente trabajo y algunas recomendaciones.

En el CAPÍTULO VII: COMENTARIOS. Corresponde a los comentarios y puntos importantes que la autora extrajo en el estudio.

Se incluye en el ANEXO A, un resumen de las normas sísmicas estudiadas.

El ANEXO B, contiene los planos de arquitectura de la edificación.

El ANEXO C, demuestra el tipo de sistema estructural de la estructura en cada dirección ortogonal.

El ANEXO D, adjunta contenidos principales de las normas sísmicas estudiadas.

## **CAPÍTULO II**

### **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1 MARCO TEÓRICO. GENERALIDADES**

Se revisó la literatura y la metodología aplicada en algunas normas sísmicas para el cálculo de la respuesta sísmica de estructuras, así como también los límites que las normas imponen a los desplazamientos laterales. Las normas sísmicas analizadas en la investigación, son de los países de considerable actividad sísmica a nivel mundial, como Perú (E.030, 2016), Chile (NCh433, 2012), EEUU (IBC/ASCE7, 2016) y Japón (BSLJ, 2000).

#### **2.2 CONCEPTOS QUE SUSTENTAN LA INVESTIGACIÓN**

Los sismos, terremotos o temblores de tierra, son vibraciones de la corteza terrestre, generadas por distintos fenómenos, como la actividad volcánica, la caída de techos de cavernas subterráneas y hasta por explosiones. Sin embargo, los sismos más severos y los más importantes desde el punto de vista de la ingeniería, son los de origen tectónico, que se deben a desplazamientos bruscos de las grandes placas en que esta subdividida dicha corteza.

Las presiones que se generan en la corteza por los flujos de magma desde el interior de la tierra llegan a vencer la fricción que mantiene en contacto los bordes de las placas y producen caídas de esfuerzos y liberación de enormes cantidades de energía almacenada en la roca. La energía se libera principalmente en forma de ondas vibratorias que se propagan a grandes distancias a través de la roca de la corteza.

En la Figura 1, se muestra de manera muy esquemática las principales características de este fenómeno tectónico. El sismo se genera por el corrimiento de cierta área de contacto entre placas. Se identifica un punto, generalmente subterráneo, que se



denomina foco o hipocentro, donde se considera se inició el movimiento; a su proyección sobre la superficie de la tierra se le llama epicentro.

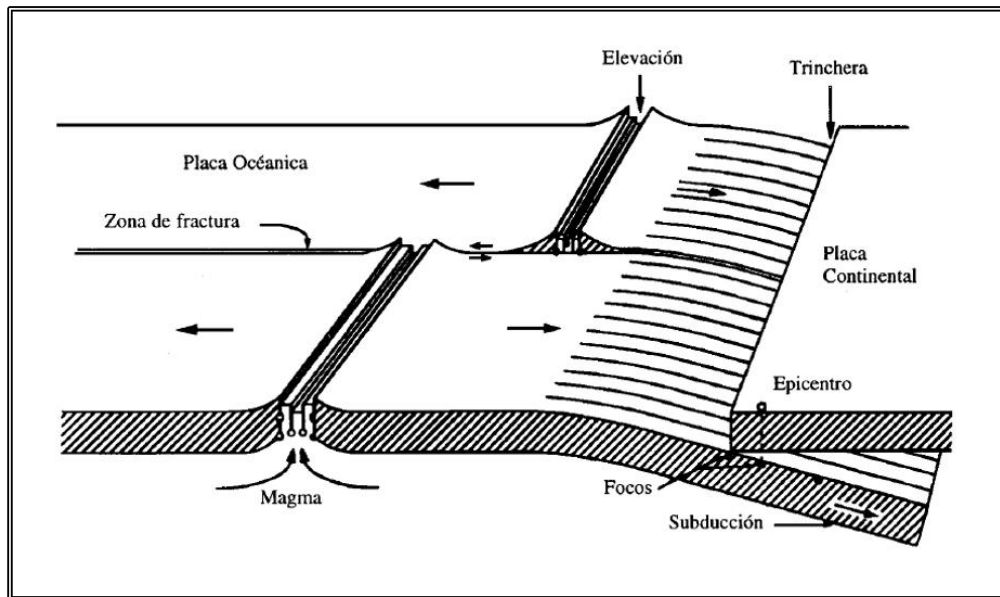


Figura 1: Movimientos de placas y generación de sismos. Mecanismo de subducción.  
Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

### 2.2.1 Efectos sísmicos en los edificios. Características de la acción sísmica

El movimiento sísmico del suelo se transmite a los edificios que se apoyan sobre la base. La base del edificio tiende a seguir el movimiento del suelo, mientras que, por inercia, la masa del edificio se opone a ser desplazada dinámicamente y a seguir el movimiento de su base, como muestra la Figura 2. Se generan entonces las fuerzas de inercia que ponen en peligro la seguridad de la estructura.

El movimiento del suelo consta de vibraciones horizontales y verticales. Las primeras resultan en general más críticas. La flexibilidad de la estructura ante el efecto de las fuerzas de inercia hace que esta vibre de forma distinta a la del suelo mismo. Las fuerzas que se inducen en la estructura no son función solamente de la intensidad del movimiento del suelo, sino dependen en forma preponderante de las propiedades de la estructura misma. Por una parte, las fuerzas son proporcionales a la masa del edificio y, por otra, son función de algunas propiedades dinámicas que definen su forma de vibrar.

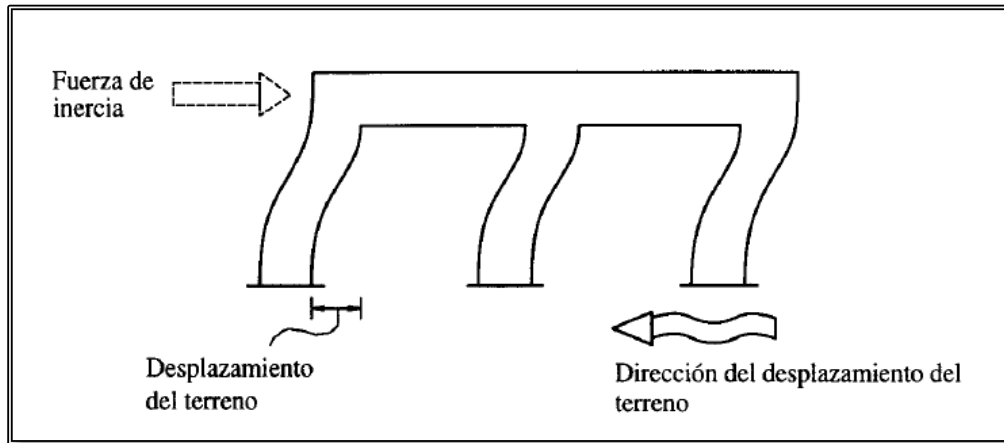


Figura 2: Fuerza de inercia generada por la vibración de la estructura.  
 Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

Una apreciación aproximada de la respuesta sísmica de una estructura se tiene al estudiar un modelo simple que es un sistema de un grado de libertad, constituido por una masa concentrada y un elemento resistente con cierta rigidez lateral y cierto amortiguamiento, detallado en la Figura 3.

Los movimientos del suelo son amplificados en forma importante por la vibración de la estructura, de manera que las aceleraciones que se representan en la misma llegan a ser varias veces superiores a las del terreno. El grado de amplificación depende del amortiguamiento propio dominante del suelo.

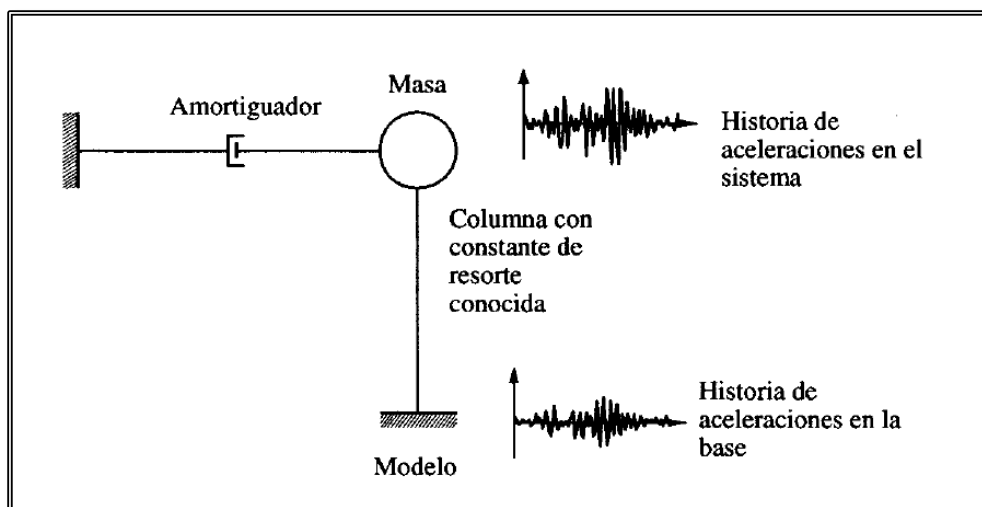


Figura 3: Modelo de un sistema de un grado de libertad.  
 Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

De esta manera, cuando los movimientos del suelo son bruscos con predominio de ondas de periodo corto, resultan más afectadas las construcciones rígidas y pesadas. Cuando el movimiento del terreno es lento, con periodos dominantes largos, es en las estructuras altas y flexibles donde se amplifican las vibraciones y se generan aceleraciones más elevadas y por ende fuerzas de inercia mayores (Bazán y Meli, 2004).

### **2.2.2 Respuesta de los edificios a la acción sísmica**

Como se ha mencionado en la sección anterior, la intensidad de la vibración inducida en un edificio depende tanto de las características del movimiento del terreno como de las propiedades dinámicas de la estructura. Para sismos moderados la estructura se mantiene, normalmente, dentro de su intervalo de comportamiento elástico lineal y su respuesta puede calcularse con buena aproximación en los métodos de análisis dinámico de sistemas lineales.

Las características esenciales de la respuesta se llegan a estimar con aceptable precisión al modelar la estructura mediante un sistema de un grado de libertad con periodo igual al fundamental de la estructura. La Figura 4 ilustra algunos aspectos del problema. Si se someten varios sistemas de un grado de libertad con diferentes periodos a cierta ley de movimientos del terreno, cada uno responde de manera diferente; la amplitud de su respuesta depende esencialmente de la relación entre el periodo del sistema y el periodo dominante del movimiento del suelo ( $T_E/T_S$ ).

A medida que la intensidad de la excitación aplicada al edificio aumenta, se generan cambios en las propiedades dinámicas del mismo, las que alteran su respuesta. En términos generales, el comportamiento deja de ser lineal, la rigidez tiende a bajar y el amortiguamiento tiende a aumentar.

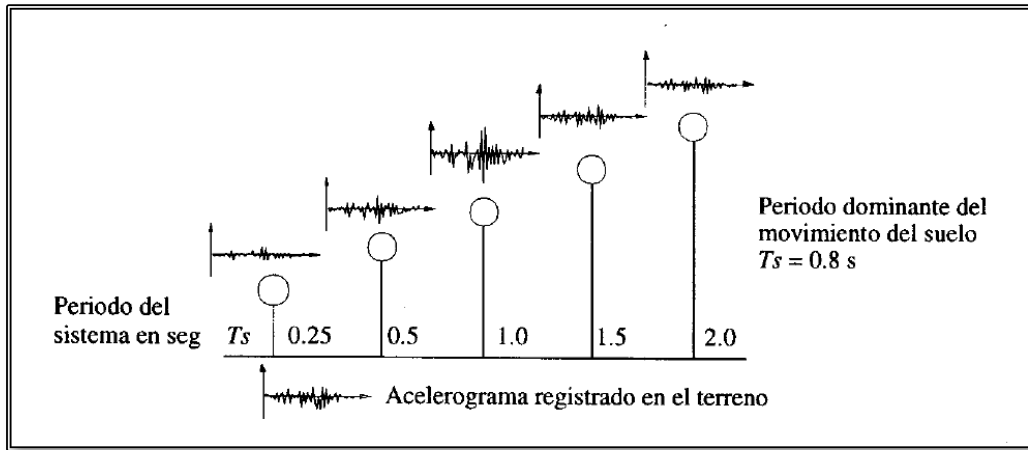


Figura 4: Amplificación del movimiento del terreno en sistemas con distinto periodo fundamental de vibración.  
 Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

El comportamiento de los principales materiales y sistemas estructurales importa sobre todo la modificación en la respuesta que se tiene después de la fluencia, cuando la rigidez de la estructura se reduce drásticamente y por otra parte entran en juego fuentes de amortiguamiento muchos mayores que las que se tienen en la etapa de comportamiento lineal. Es costumbre relacionar este comportamiento de la respuesta debido a la disipación de energía por comportamiento no lineal de la estructura, a una propiedad llamada ductilidad, la que se refiere a su capacidad de mantener su resistencia para deformaciones muy superiores a aquella para la que se inició la fluencia.

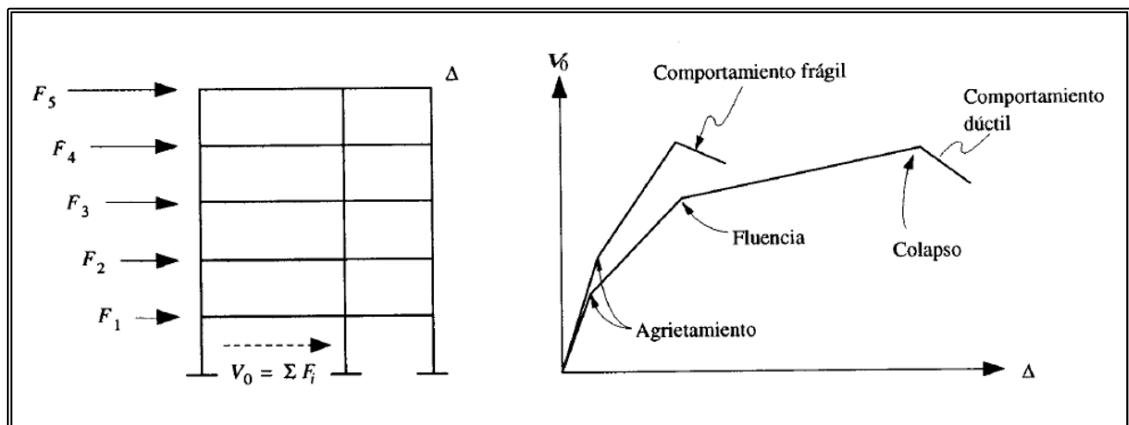


Figura 5: Relación carga-deformación de una estructura.  
 Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

La ductilidad es una propiedad muy importante en una estructura que debe resistir efectos sísmicos, ya que elimina la posibilidad de una falla súbita de tipo frágil y además pone en juego una fuente adicional de amortiguamiento (Bazán y Meli, 2004).

### 2.2.3 Conceptos de Dinámica Estructural

#### 2.2.3.1 Grados de Libertad Dinámicos

Desde el punto de vista dinámico, interesan los grados de libertad en los que se generan fuerzas generalizadas de inercia significativas; es decir, fuerzas iguales a masa por aceleración o momento de inercia por aceleración angular. En la Figura 6 se muestra un marco que tiene 12 grados de libertad estáticos. Sin embargo, si las fuerzas de inercia importantes son solamente las que generan las masas  $m_1$  y  $m_2$  al moverse lateralmente y las deformaciones de los pisos en su plano son depreciables, tenemos un sistema de dos grados de libertad dinámicos, que son precisamente los desplazamientos laterales 1 y 2 en la figura. Es pertinente observar que esto no implica que en los restantes giros y desplazamientos se anulan, sino que, aunque suman valores distintos de cero, no generan fuerzas de inercia de consideración.

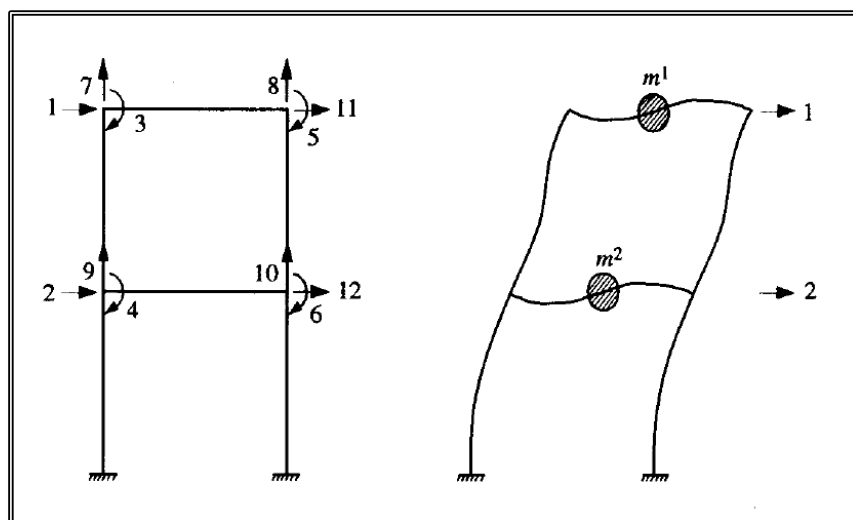


Figura 6: Grados de Libertad estáticos y dinámicos.

Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

En edificios es generalmente aceptable suponer que los pisos son diafragmas rígidos en su plano, si un marco o muro está ligado a un piso rígido, su desplazamiento lateral en este nivel depende solamente de los valores que adquieran estos 3 grados de libertad, como se muestra en la Figura 6. Por otro lado, en vista de que la mayor parte de las masas están directamente soportadas por los pisos, es también aceptable suponer que todas las masas están concentradas en los mismos, de manera que las fuerzas de inercia generadas por desplazamientos laterales se pueden expresar como productos de la masa en cada piso por sus aceleraciones lineales, en dos ejes horizontales perpendiculares y del momento de inercia de dicha masa por aceleración angular alrededor del eje vertical que pasa por el centro de masas. Esto permite efectuar el análisis dinámico de un edificio con modelos que tienen tres grados de libertad por piso (Bazán y Meli, 2004).

### 2.2.3.2 Sistemas Lineales de Varios Grados de Libertad sin torsión

En edificios es usualmente aceptable suponer que las masas están concentradas en los niveles de los pisos y que las fuerzas de inercia importantes son sólo las laterales. La Figura 7 muestra el sistema de tres grados de libertad dinámicos (Bazán y Meli, 2004).

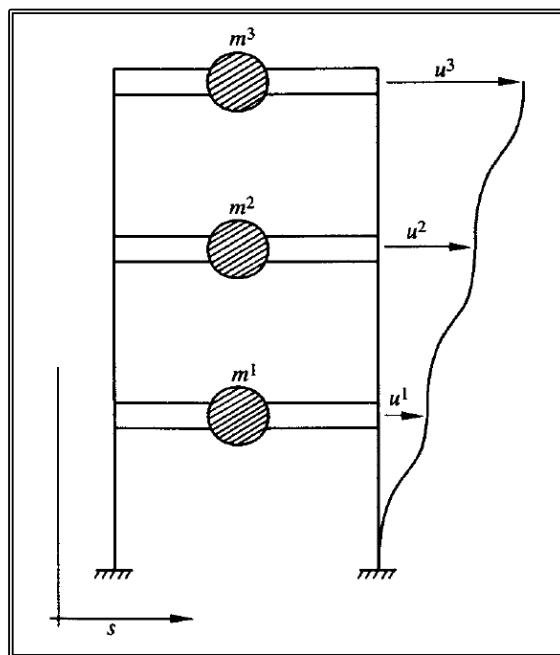


Figura 7: Sistema de tres grados de Libertad Dinámicos.  
Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

### 2.2.4 Método del elemento finito

En la actualidad, el método finito constituye la más poderosa herramienta para el análisis de estructuras complejas, como ciertos muros de composición y/o geometría complicada. Para fines prácticos, las soluciones obtenidas mediante la aplicación adecuada del método a problemas elásticos lineales pueden considerarse como exactas. Básicamente, este método consiste en dividir la estructura en subregiones, denominadas elementos finitos, dentro de las cuales se prescribe la forma en que varían los desplazamientos en función de los valores correspondientes a ciertos puntos denominados nudos, como muestra la Figura 8.

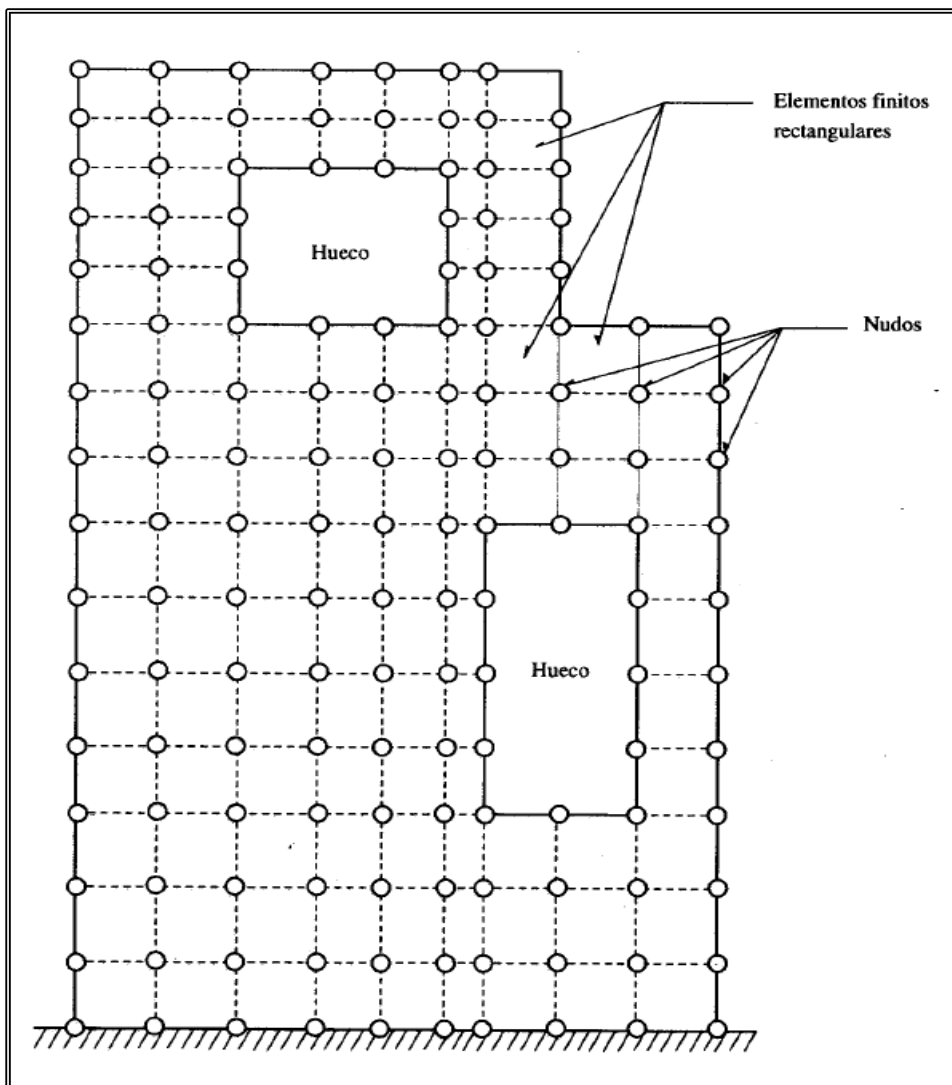


Figura 8: Malla de elementos finitos para analizar un muro con huecos.

Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

Como en el caso de vigas y barras, los posibles desplazamientos y giros nodales constituyen grados de libertad. Con base en las leyes constitutivas del material (esto es, en las relaciones que existen entre esfuerzos y deformaciones) y la función adoptada para prescribir los desplazamientos, se determina la matriz de rigideces de cada elemento, usando el principio de trabajos virtuales. Esta matriz está referida a los grados de libertad de los nudos del elemento.

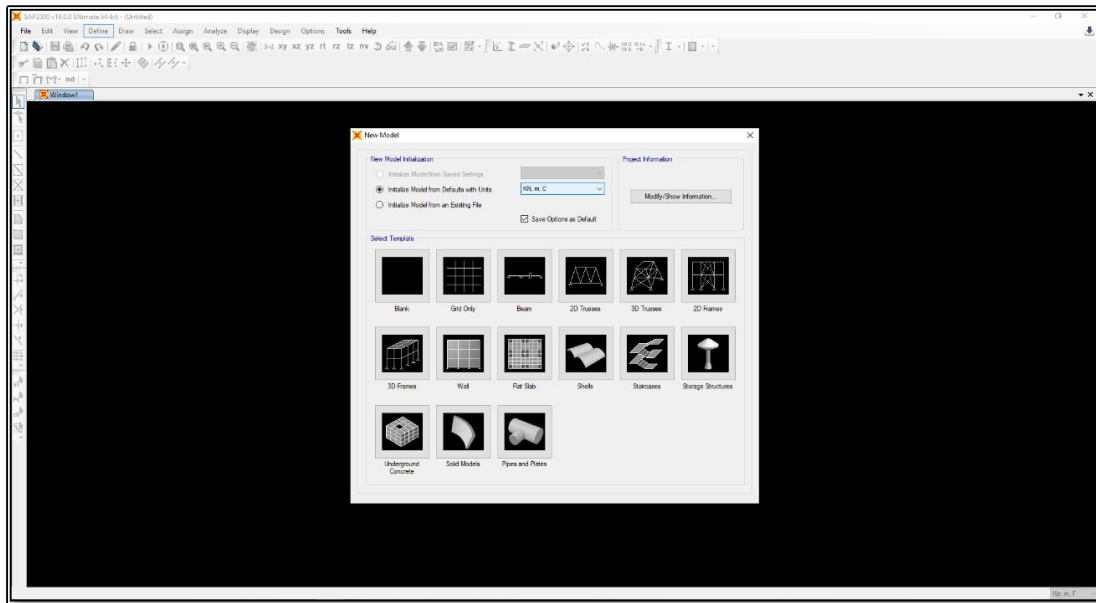
El método del elemento finito se usa exclusivamente con computadoras y existen varios programas bastante generales que permiten analizar diversos tipos de estructuras. En general, los programas modernos, además de ser numéricamente eficientes, cuentan con herramientas gráficas para preparar datos y examinar resultados (Bazán y Meli, 2004).

#### **2.2.5 SAP 2000 V.19**

SAP2000 es un programa comercial de cálculo de estructuras basado en el Método de los Elementos Finitos (MEF). El origen de su nombre viene de sus siglas en inglés de Structural Analysis Program (Programa de Análisis Estructural). El SAP2000 es un programa de elementos finitos, con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelación, análisis y dimensionamiento del más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras.

El programa se llamaba originalmente SOLIDSAP por las siglas en inglés de Structural Analysis Program (Programa de Análisis Estructural), continuando con las versiones SAP 3, SAP IV, SAP 80, SAP 90 hasta la más reciente SAP2000 en sus diferentes versiones.





*Figura 9: Iniciando un modelo SAP2000 V.19.*

*Fuente: Elaboración propia*

SAP2000 sirve para realizar un análisis de la estructura, así como para realizar un diseño de una estructura, estas dos etapas son importantes, el Sap2000 como programa de estructuras sirve para realizar un análisis y un diseño de la estructura.

## **2.3 CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN**

Las normas sísmicas establecen algunos aspectos adicionales que son importantes para la elección de los parámetros del cálculo de la demanda, y el tipo de análisis. Entre algunas consideraciones tenemos:

### **2.3.1 Configuración Estructural**

Las estructuras se clasifican como irregulares o regulares, según se tenga o no algún tipo de irregularidad en elevación o en planta. Los tipos de irregularidades que podemos encontrar son piso blando, irregularidad de masa, irregularidad geométrica vertical, discontinuidad en los sistemas resistentes, tipo torsional, esquinas entrantes, discontinuidad del diafragma, entre otras.

## 2.3.2 Características relevantes del edificio para el comportamiento sísmico

### 2.3.2.1 Peso

El peso del edificio debe estar distribuido simétricamente en la planta de cada piso. Una posición fuertemente asimétrica generaría vibraciones torsionales. La Figura 10 ilustra esquemáticamente las situaciones que deben evitarse.

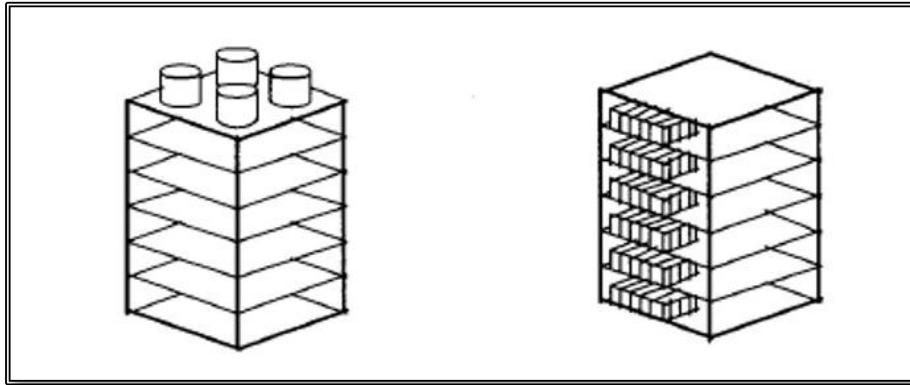


Figura 10: Distribuciones indeseables del peso del edificio.

Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

### 2.3.2.2 Forma del edificio en planta

La asimetría de la planta tiende a provocar vibraciones torsionales del edificio; por ello, deben evitarse formas como indicadas en la Figura 11.

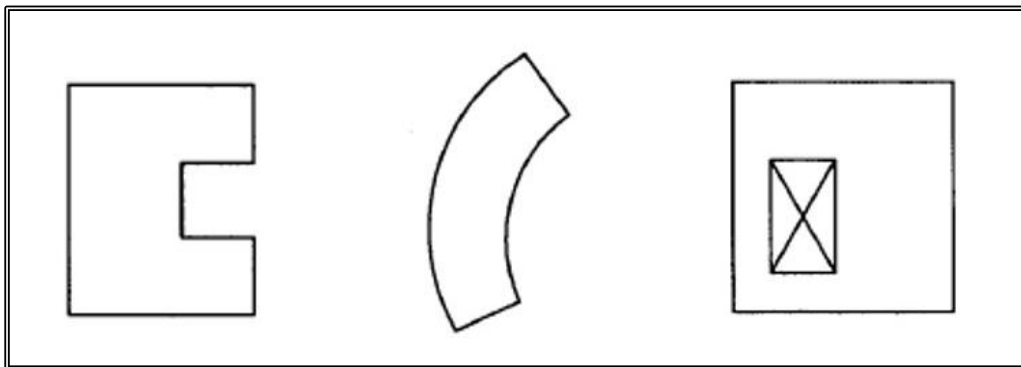


Figura 11: Formas asimétricas en planta indeseables.

Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

Aunque es factible eliminar o minimizar la vibración torsional mediante una distribución de elementos resistentes que haga coincidir el baricentro de masa con el centro de torsión, detallado en la Figura 12a, con frecuencia esto implica concentraciones

de fuerzas en ciertas zonas de la planta y vibraciones locales que son difíciles de cuantificar. Otro posible remedio para los problemas de las plantas asimétricas es la subdivisión del edificio en cuerpos independientes y regulares mediante juntas sísmicas, como muestra la Figura 12b; sin embargo, cabe hacer notar que la separación que se tiene que guardar entre los cuerpos adyacentes es considerable y produce serias complicaciones en el diseño de los elementos de conexión que son necesarios para permitir el paso entre uno y otro cuerpo. Otra forma de remediar los problemas de la asimetría de la planta es mediante elementos estructurales exteriores que ligen las distintas partes del edificio y que lo vuelvan más simétrico, como muestra la Figura 12c.

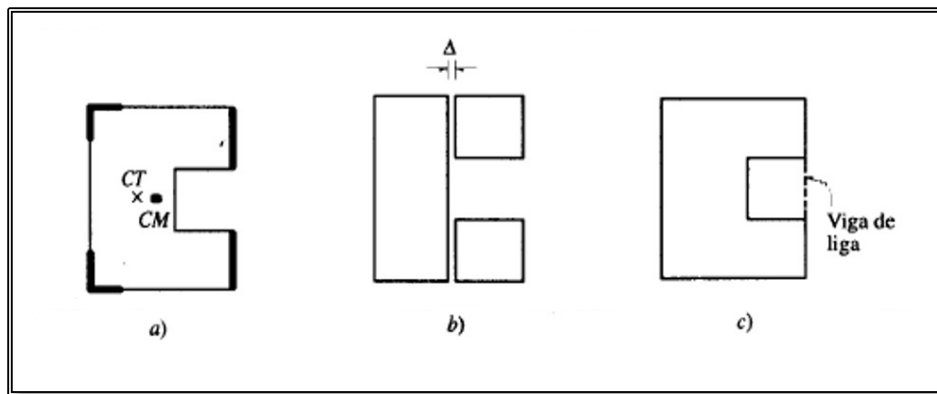
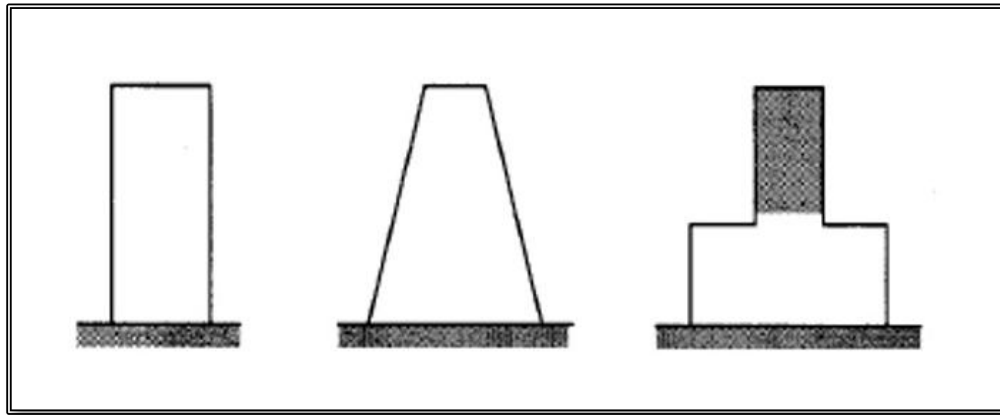


Figura 12: Posibles Remedios para eliminar los problemas de plantas asimétricas.  
Fuente: (Bazán y Meli, 2004)

### 2.3.2.3 Forma del edificio en elevación

La sencillez, regularidad y simetría son deseables también en la elevación del edificio para evitar que se produzcan concentraciones de esfuerzos en ciertos pisos o amplificaciones de la vibración en las partes superiores del edificio. La Figura 13 indica formas para evitar las reducciones bruscas en el tamaño de la planta de los pisos superiores.



*Figura 13: Posibles remedios a la reducción en elevación.  
Fuente: (Bazán y Meli, 2004)*

### **2.3.3 Requisitos básicos de estructuración**

- a) El edificio debe poseer una configuración de elementos estructurales que le confiera resistencia y rigidez a cargas laterales en cualquier dirección. Esto se logra generalmente, proporcionando sistemas resistentes en dos direcciones ortogonales.
- b) La configuración de los elementos estructurales debe permitir un flujo continuo, regular y eficiente de las fuerzas sísmicas desde el punto en que se generan hasta el terreno.
- c) Evitar las amplificaciones de las vibraciones, las concentraciones de solicitaciones y las vibraciones torsionales que pueden producirse por la distribución irregular de masas o rigideces en planta o en elevación.
- d) Los sistemas estructurales deben disponer de redundancia y de capacidad de deformación inelástica que les permitan disipar la energía introducida por sismos de excepcional intensidad.

## 2.4 MARCO CONCEPTUAL. PARÁMETROS PARA DETERMINAR LA FUERZA SÍSMICA.

Para explicar el significado de cada uno de los parámetros que intervienen en el análisis, se tomó como base la norma peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2016), comparando con los aspectos más destacables de las demás normas sísmicas estudiadas.

### 2.4.1 Zonificación sísmica

La mayoría de normas de diseño sismorresistente del mundo, buscan que las estructuras no sufran daño ante sismos leves, resistan sismos moderados con daño reparable en elementos no estructurales, y resistan sismos severos sin colapsar, aunque con daño estructural importante. Porque dar protección completa a las estructuras, frente a todos los sismos, no es económicamente viable.

El sismo de diseño es representado en las normas por un factor que representa la aceleración pico efectiva en la base rocosa, asociada a las probabilidades descritas líneas atrás, y se obtiene de mapas de zonificación, ilustrado en la Figura 14. En la norma peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2016) este factor es representado por el parámetro Z.

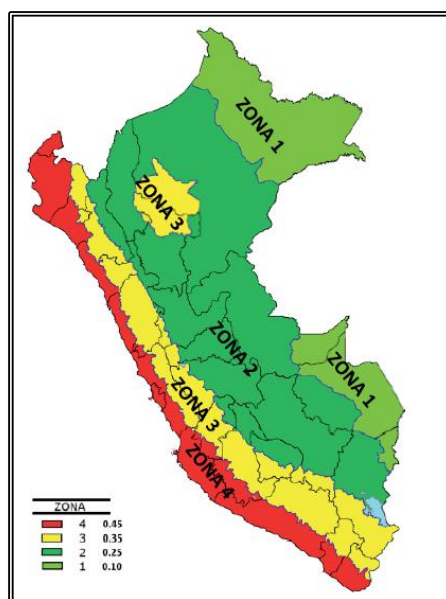


Figura 14: Mapa de zonificación sísmica de Perú.  
Fuente: (E.030, 2016)

Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una aceleración de la gravedad.

Cabe señalar, que en la norma americana (IBC/ASCE7, 2016), se utilizan mapas de isoaceleraciones espectrales, ilustrado en la Figura 15 y no de zonificación. De estos mapas se obtienen los factores  $S_S$  y  $S_1$ , que son las aceleraciones espectrales de osciladores montados sobre la roca, con períodos de 0.2 segundos (estructuras de período corto) y 1.0 segundo (estructuras de período largo), respectivamente.

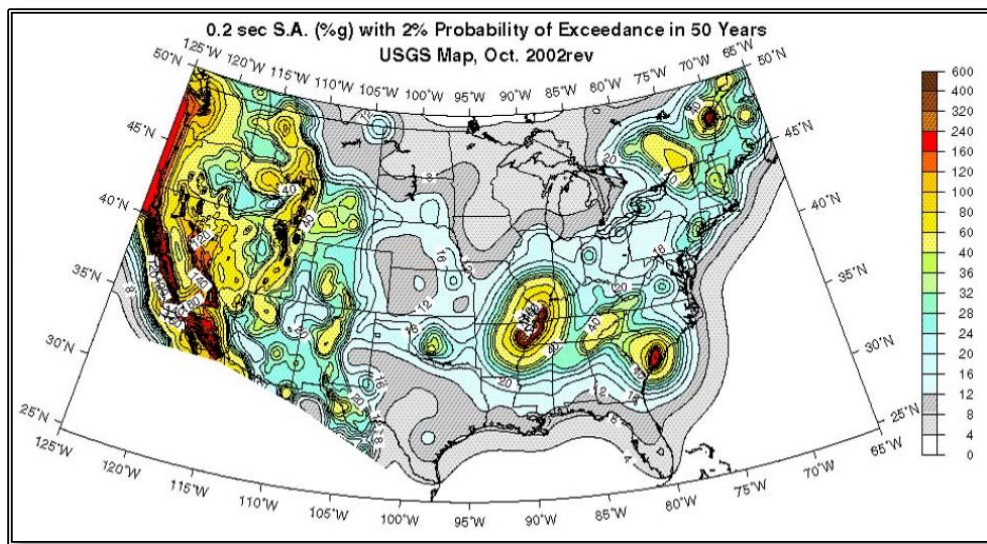


Figura 15: Mapa de isoaceleraciones espectrales correspondientes a un período estructural de 0.0 seg, 0.2 seg y 1.0 seg.

#### 2.4.1.1 Zonificación sísmica en Perú

Tabla 1: Factores de zona "Z" en Perú

ZONA	Z (g)
1	0.10
2	0.25
3	0.35
4	0.45

Fuente: (E.030, 2016)

### 2.4.1.2 Zonificación sísmica en Chile

*Tabla 2: Factores de Zona "A0" en Chile*

ZONA SÍSMICA	$A_0$
1	0.20 g
2	0.30 g
3	0.40 g

*Fuente: (NCh433, 2012)*

### 2.4.1.3 Zonificación sísmica en Estados Unidos

Se utilizan mapas de isoaceleraciones espectrales en suelo firme correspondientes a un periodo estructural de 0.2 seg y 1.0 seg para determinar los parámetros  $S_s$  y  $S_1$  respectivamente. Con 5% de amortiguamiento y periodo de retorno de 475 años.

### 2.4.1.4 Zonificación sísmica en Japón

*Tabla 3: Factores de zona "Z" en Japón*

ZONA	$Z$ (g)
A	1.0
B	0.9
C	0.8
Okinawa	0.7

*Fuente: (BSLJ, 2000)*

### 2.4.2 Perfiles de suelo

La respuesta sísmica de las edificaciones depende de las vibraciones del suelo y del diseño estructural de las mismas; en algunos casos se puede llegar a la ruina de un edificio estructuralmente capaz de soportar un sismo, debido a las condiciones particulares del suelo.

La geología del lugar y las características del suelo tienen una gran influencia en el movimiento del terreno, ya que la aceleración en la base rocosa del emplazamiento de

una obra, se ve modificada al pasar por los estratos de suelo hasta llegar a la cimentación de la estructura. Esto se debe a que el suelo actúa como un filtro, de modo que ajusta algunas características de la onda a sus propiedades dinámicas, con efectos de amplificación o atenuación de los movimientos, en combinación con otros factores, como el espesor del suelo y las características de amplitud y frecuencia de los movimientos originales.

En la norma peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2016) la influencia del suelo en el movimiento sísmico está representado por el Factor de Suelo  $S$ . Por tanto, la aceleración máxima que recibe una estructura en su base será el producto  $ZS$ .

#### 2.4.2.1 Perfiles de suelo en Perú

En la norma peruana (E.030, 2016) la influencia del suelo en el movimiento sísmico está representada por el *Factor de Suelo*  $S$ , el cual es mayor conforme el suelo se hace más blando. Además, se establecen parámetros de sitio adicionales que dependen del tipo de suelo, por ejemplo, los períodos que limitan la plataforma horizontal del espectro de aceleraciones  $T_P$  y  $T_L$ .

*Tabla 4: Clasificación de los perfiles de suelo en Perú*

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO				
	Perfil	$\bar{V}_S$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
$S_0$	Roca Dura	> 1500 m/s	-	-
$S_1$	Suelos muy rígidos	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
$S_2$	Suelos Intermedios	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
$S_3$	Suelos Blandos	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
$S_4$	Suelos Especiales	Clasificación basada en el EMS		

*Fuente: (E.030, 2016)*

Los tipos de perfiles de suelo de la norma peruana son cinco y se detalla a continuación:



### **A. Perfil Tipo S<sub>0</sub>: Roca dura**

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte  $\bar{V}_S$  mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor imtemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de  $\bar{V}_S$ .

### **B. Perfil Tipo S<sub>1</sub>: Roca o suelos muy rígidos**

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_S$ , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada  $q_u$  mayor o igual que 500 kPa (5kg/cm<sup>2</sup>).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con  $\bar{N}_{60}$  mayor que 50.
- Arcilla muy compactada (de espesor menor que 20 cm), con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  mayor que 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

### **C. Perfil Tipo S<sub>2</sub>: Suelos intermedios**

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_S$ , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$  entre 15 y 50

- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada  $\bar{S}_u$ , entre 50 kPa (0.5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

#### **D. Perfil Tipo S3: Suelos blandos**

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_S$ , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$  menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$ , entre 25 kPa (0.25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0.5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S<sub>4</sub> y que tenga más de 3m de suelo con índice plasticidad P mayor que 20, resistencia al corte  $\bar{S}_u$  menor que 25 kPa.

#### **E. Perfil Tipo S4: Condiciones excepcionales**

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Solo será necesario considerar un perfil tipo S<sub>4</sub> cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

#### **2.4.2.2 Perfiles de suelo en Chile**

La norma sísmica de Chile (NCh433, 2012) presenta un espectro que no posee plataforma horizontal para la aceleración máxima, sino que este alcanza un valor máximo de aceleración únicamente en el instante  $T_0$ , cuyo valor depende del tipo de suelo.

**Tabla 5: Clasificación sísmica del terreno de fundación en Chile**

VALORES TIPO DE SUELO					
SUELO TIPO	$V_{s30}$ (m/s)	RQD	$q_u$ (MPa)	$N_1$ (golpes/pie)	$S_u$ (MPa)
A	Roca, Suelo cementado	$\geq 900$	$\geq 50\%$	$\geq 1.0$ ( $\epsilon_{qu} \leq 2\%$ )	
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	$\geq 500$		$\geq 0.4$ ( $\epsilon_{qu} \leq 2\%$ )	$\geq 50$
C	Suelo denso o firme	$\geq 350$		$\geq 0.3$ ( $\epsilon_{qu} \leq 2\%$ )	$\geq 40$
D	Suelo medianamente denso, o firme	$\geq 180$			$\geq 30$ $\geq 0.05$
E	Suelo de compacidad, o consistencia mediana	$\geq 180$			$\geq 20$ < 0.05
F	Suelos especiales	*	*	*	*

$N_1$ : índice de penetración estándar normalizado por presión de confinamiento de 0.1 MPa, aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas

RQD: Rock Quality Designation, Según norma ASTM D 6032

$q_u$ : Resistencia a la compresión simple del suelo.

$\epsilon_{qu}$ : Deformación unitaria del suelo desarrollada cuando se alcanza la resistencia máxima en el ensayo de compresión simple.

$S_u$ : Resistencia al corte no-drenada del suelo

Fuente: (NCh433, 2012)

La clasificación del terreno de fundación se debe realizar de acuerdo a lo especificado en la Tabla 5. Se indican a continuación los requisitos para clasificar cada tipo de suelo.

### A. Suelo Tipo A

Para Suelo Tipo A se debe justificar  $V_{s30}$ , más RQD en roca y  $q_u$  en suelo cementado, con un mínimo de 5 mediciones. En aquellos casos donde se demuestre que todo el perfil de los 15 metros superiores presenta una velocidad de onda de corte superior a 900 m/seg. no será necesaria la justificación de RQD, ni  $q_u$ .

Cuando la estructura se apoya íntegramente en el basamento rocoso y este basamento cumple las características geotécnicas antes indicadas, independientemente de los materiales geotécnicos existentes sobre el sello de fundación, el sitio clasifica como Suelo Tipo A.

## **B. Suelo Tipo B**

Para Suelo Tipo B se debe justificar  $V_{s30}$ , más  $N_1$  en caso de arenas, y  $q_u$  en el caso de suelos finos. En el caso de suelos granulares gruesos, donde no resulta posible el uso del índice de penetración, se deberá proporcionar una detallada descripción estratigráfica del terreno hasta una profundidad de 30 metros, medidos a partir de la superficie natural, indicando el tamaño máximo nominal de partícula cada 5 metros de profundidad.

En el caso que solo se disponga del perfil de  $V_s$  en profundidad y que dicho perfil indique claramente que  $V_s$  aumenta monótonicamente con la profundidad y, además, se cumple que  $V_{s30} > 500$  m/s, se puede clasificar automáticamente como Suelo Tipo C, sin necesidad de otras mediciones.

## **C. Suelo Tipo C**

Para Suelo Tipo C se debe justificar  $V_{s30}$ , más  $N_1$  en caso de arenas, y  $q_u$  en el caso de suelos finos.

En el caso de suelos granulares gruesos, donde no resulta posible el uso del índice de penetración, se deberá proporcionar una descripción estratigráfica del terreno hasta una profundidad de 30 metros, medidos desde la superficie natural, indicando el tamaño máximo nominal de partícula cada 5 metros de profundidad.

En el caso que solo se disponga del perfil de  $V_s$  en profundidad y que dicho perfil indique claramente que  $V_s$  aumenta monótonicamente con la profundidad y, además, se

cumple que  $V_{s30} > 350$  m/s, se puede clasificar automáticamente como Suelo Tipo D, sin necesidad de mayores mediciones.

#### **D. Suelo Tipo D**

Para Suelo Tipo D se debe justificar  $V_{S30}$ , mas  $N_1$  en caso de arenas, y  $S_u$  en el caso de suelos finos.

En depósitos de suelos arenosos donde se dispongan de mediciones del índice de penetración, al menos cada un metro de profundidad en los 30 metros superiores y se cumpla que  $N_1 \geq 30$  golpes/pie, se puede clasificar automáticamente el terreno como Suelo Tipo D, sin necesidad de otras mediciones. Dentro de los 30 metros de medición del N-SPT se aceptan en total no más de 5 metros con  $N_1$  en el rango de 20-29 golpes/pie.

En el caso que solo se disponga del perfil de  $V_s$  en profundidad y que dicho perfil indique claramente que  $V_s$  aumenta monótonicamente con la profundidad y además, se cumple que  $V_{s30} > 180$  m/s, se puede clasificar automáticamente como Suelo Tipo E, sin necesidad de otras mediciones.

#### **E. Suelo Tipo E**

Para este Suelo se debe justificar  $V_{S30}$ , mas  $N_1$  en caso de arenas y  $S_u$  en el caso de suelos finos.

#### **F. Suelo Tipo F**

Se consideran Suelos Especiales (Tipo F) aquellos que presenta singularidades en su comportamiento mecánico y, por lo tanto, no permiten ser categorizados sísmicamente solo por  $V_{S30}$ . Ellos requieren estudios especiales de amplificación de acuerdo a sus particulares características. Estos suelos son los siguientes:

- Suelos potencialmente licuables, como las arenas, arenas limosas o limos, saturados, con índice de Penetración Estándar  $N_1$  menor que 20 golpes/pie

- Suelos Susceptibles de densificación por vibración. Suelos Colapsables.
- Suelos finos saturados con  $LL > 80$  y espesor  $> 20$  metros. Sensibilidad mayor a 10.

### 2.4.2.3 Perfiles de suelo en Estados Unidos

El (IBC/ASCE7, 2016), considera el efecto del suelo mediante dos factores, uno para la zona de aceleraciones (períodos cortos) y otro para la zona de velocidades (períodos largos) del espectro. Estos factores están representados por  $F_a$  y  $F_v$ , respectivamente.

*Tabla 6: Clasificación de sitio en Estados Unidos*

CLASIFICACIÓN DE SUELO				
TIPO DE SUELO		$\bar{V}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u$
A	Roca dura	$> 1500$ m/s	NA	NA
B	Roca	750 m/s a 1500 m/s	NA	NA
C	Suelo muy denso y roca suave	360 m/s a 750 m/s	$> 50$	$> 100$ kN/m <sup>2</sup>
D	Suelo medianamente rígido	180 a 360 m/s	15 a 50	50 a 100 kN/m <sup>2</sup>
E	Suelo de arcilla suave	$< 180$ m/s	$< 15$	$< 50$ kN/m <sup>2</sup>
F	Suelos Que Requieren Análisis De Respuesta Del Sitio			

*Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)*

Los tipos de clase de suelo se asignarán de acuerdo con las definiciones proporcionadas en la Tabla 6.

#### A. Velocidad de onda de corte para la clase de sitio A

La categoría roca dura, Clase de Sitio A, debe ser soportada por la medición de la velocidad de la onda de corte en el sitio o en perfiles del mismo tipo de roca en la misma formación con un grado igual o mayor de meteorización y fracturamiento.

Donde se sabe que las condiciones de rocas duras son continuas hasta una profundidad de 30 m, se pueden extrapolar las mediciones superficiales de la velocidad de la onda de corte para evaluar  $\bar{V}_S$ .

### **B. Velocidad de onda de corte para el sitio clase B**

La velocidad de la onda de corte para roca, Clase de Sitio B, debe ser medida en el sitio o estimada por un ingeniero geotécnico, geólogo de ingeniería o sismólogo para roca competente con fracturamiento y meteorización moderados. Las rocas más duras y más fracturadas y erosionadas se medirán en el sitio para la velocidad de la onda de corte o se clasificarán como Clase de Sitio C.

### **C. Clases de sitio C, D y E**

La existencia de los suelos de las clases de sitio C, D y E, se clasificará utilizando uno de los tres métodos siguientes con  $\bar{V}_S$ ,  $\bar{N}$  y  $\bar{S}_u$  calculados en todos los casos como:

- $\bar{V}_S$  para los primeros 30 m (método  $\bar{V}_S$ ).
- $\bar{N}$  para los primeros 30 m (método  $\bar{N}$ ).
- $\bar{N}_{ch}$  para capas de suelo sin cohesión ( $PI < 20$ ) en los primeros 30 m y  $\bar{S}_u$  para capas de suelo cohesivo ( $PI > 20$ ) en los primeros 30 m (método  $\bar{S}_u$ ). Cuando los criterios  $\bar{N}_{ch}$  y  $\bar{S}_u$  difieren, el sitio debe asignarse a la categoría con el suelo más blando.

### **D. Arcilla suave. Clase de sitio E**

Donde un sitio no califica bajo los criterios para la Clase de Sitio F y hay un espesor total de arcilla blanda de más de 3 m donde una capa de arcilla blanda se define por ( $\bar{S}_u < 25$  kPa),  $w \geq 40\%$ , y  $PI > 20$ , se clasificará como Sitio Clase E.

## E. Sitio Clase F

Cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones, el sitio debe clasificarse como Clase de Sitio F y se debe realizar un análisis de respuesta del sitio.

- Suelos vulnerables a posibles fallas o colapso bajo carga sísmica, como suelos licuables, arcillas rápidas y altamente sensibles, y suelos colapsables débilmente cementados.
- Turba y / o arcillas altamente orgánicas ( $H > 3$  m) de turba y / o arcilla altamente orgánica donde  $H$  = espesor del suelo.
- Arcillas de plasticidad muy alta ( $H > 7.6$  m) con  $PI > 75$  en un perfil de suelo que de otro modo se clasificaría como Sitio Clase D o E.
- Arcillas blandas / medias muy gruesas ( $H > 37$  m) con  $s_u < 50$  kPa).

### 2.4.2.4 Perfiles de suelo en Japón

La norma de Japón (BSLJ, 2000), presenta un espectro de aceleraciones limitado por el perfil de suelo, que incrementa cuando el suelo llega a ser más blando.

*Tabla 7: Características de suelo en Japón*

PERFIL DE SUELO	CARACTERÍSTICAS DE SUELO	$T_c$
Tipo I Suelo Duro	Suelo compuesto de roca, grava arenosa dura, etc. clasificados como más antiguos. o cualquier otro suelo que se muestra en un estudio especial que posee un período natural similar a los suelos anteriores.	0.4
Tipo II Suelo Medio	Otros tipos que no sean suelos duros o suelos suaves	0.6
Tipo III Suelo Blando	Aluvión que consiste en depósitos blandos, tierra vegetal, lodo o similares (incluidos los rellenos) cuya profundidad es de 30 metros o más, tierras recuperadas de pantanos donde la profundidad del suelo es de 3 metros o más y donde no han transcurrido 30 años desde el momento de recuperación.	0.8

*Fuente: (BSLJ, 2000)*



El factor de amplificación de capa de suelo  $G_s$  para tipo de perfil de suelo I se calcula como sigue:

$$G_s(T) = \begin{cases} 1.5 & T < 0.576 \\ 0.864/T & 0.576 \leq T < 0.64 \\ 1.35 & 0.64 \leq T \end{cases} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde,  $T$  es el periodo fundamental de la estructura.

El factor de amplificación de capa de suelo  $G_s$  para tipo de perfil de suelo II y III, se calcula como sigue:

$$G_s(T) = \begin{cases} 1.5 & T < 0.64 \\ 1.5T/0.64 & 0.64 \leq T < T_u \\ g_v & T_u \leq T \end{cases} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde, el periodo de transición  $T_u$  está dado por:

$$T_u = 0.64 \frac{g_v}{1.5} \quad (\text{Ecuación 3})$$

El factor básico de amplificación  $g_v$  se calcula con la siguiente expresión

$$g_v = \begin{cases} 2.025 & \text{para perfil de suelo Tipo II} \\ 2.7 & \text{para perfil de suelo Tipo III} \end{cases} \quad (\text{Ecuación 4})$$

### 2.4.3 Factor de amplificación sísmica

La estructura amplifica la aceleración que recibe en su cimentación, en función de su periodo fundamental de vibración de acuerdo a la forma del espectro. En las normas sísmicas, esta amplificación depende, además del período de la estructura, de las características del suelo de cimentación.

La norma peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2016) considera esta amplificación mediante el factor  $C$ . Es decir, que la aceleración de respuesta de una estructura queda definida por el producto  $ZSC$ .

### 2.4.3.1 Factor de amplificación sísmica en Perú

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica  $C$  por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} T < T_P & \quad C = 2.5 \\ T_P < T < T_L & \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right) \\ T_L < T & \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right) \end{aligned} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$T$  es el periodo de acuerdo a la definición de periodo fundamental de vibración.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

### 2.4.3.2 Factor de amplificación sísmica en Chile

La norma chilena contempla un factor de coeficiente sísmico ‘ $C$ ’ y se obtiene de la siguiente expresión:

$$C = \frac{2,75 \cdot S \cdot A_0}{g \cdot R} \cdot \left(\frac{T'}{T^*}\right)^n \quad (\text{Ecuación 6})$$

En que:

$S, n, T'$ : parámetros relativos al tipo de suelo.

$A_0$ : Aceleración máxima efectiva, función de la ubicación geográfica donde se emplazará la obra.

$R$ : Factor de modificación de la respuesta de la estructura.

$T^*$ : Período de vibración del modo con mayor masa traslacional en cada una de las direcciones de la acción sísmica considerada en el análisis.

En ningún caso el valor de C será menor que  $SA_0/6g$

El valor de C no necesita ser mayor que el indicado en la Tabla 8.

**Tabla 8: Valores máximos del coeficiente sísmico C**

<b>R</b>	<b>Cmáx</b>
2	0.90 $SA_0/g$
3	0.60 $SA_0/g$
4	0.55 $SA_0/g$
5.5	0.40 $SA_0/g$
6	0.35 $SA_0/g$
7	0.35 $SA_0/g$

Fuente: (NCh433, 2012)

El factor de amplificación  $\alpha$  se determina para cada modo de vibrar n, de acuerdo con la expresión:

$$\alpha = \frac{1 + 4.5 \left(\frac{T_n}{T_0}\right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_0}\right)^3} \quad (\text{Ecuación 7})$$

En que:

$T_n$ : periodo de vibración del modo n

$T_0, p$ : parámetros relativos al tipo de suelo de fundación que se determinan de la Tabla 9 según la clasificación de la Tabla 5.

**Tabla 9: Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo en Chile**

<b>PARÁMETROS QUE DEPENDEN DEL TIPO DE SUELO</b>					
<b>Suelo</b>	<b>S</b>	<b><math>T_0</math></b>	<b><math>T'</math></b>	<b>n</b>	<b>p</b>
<b>A</b>	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
<b>B</b>	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
<b>C</b>	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
<b>D</b>	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
<b>E</b>	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0

Fuente: (NCh433, 2012)

### 2.4.3.3 Factor de coeficiente sísmico en Estados Unidos

El coeficiente de respuesta sísmica está definido por:

$$C_S = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (\text{Ecuación 8})$$

El valor de  $C_S$  calculado no necesita exceder lo siguiente:

$$C_S = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \rightarrow T \leq T_L \quad (\text{Ecuación 9})$$

$$C_S = \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \rightarrow T > T_L$$

$C_S$  no puede ser menor que:

$$C_S = 0.044S_{DS} \cdot I_e \geq 0.01 \quad (\text{Ecuación 10})$$

En que:

$S_{DS}$ : parámetro de aceleración de respuesta espectral de diseño en periodo cortos.

$S_{D1}$ : parámetro de aceleración de respuesta espectral de diseño en periodo largos.

$R$ : Factor de modificación de respuesta.

$I_e$ : Factor de Importancia.

$T$ : periodo fundamental del edificio

$T_L$ : Período de transición de período largo (s)

### 2.4.3.4 Factor de coeficiente sísmico en Japón

El coeficiente de respuesta sísmica está definido por:

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0 \quad (\text{Ecuación 12})$$

$$A_i = 1 + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i\right) \cdot \frac{2T}{1 + 3T} \quad (\text{Ecuación 11})$$

En que:

Ci: Coeficiente de corte sísmico lateral

Z: Coeficiente de zonificación de riesgo sísmico

Rt: factor de características de vibración

Ai: Factor de distribución de corte lateral

C0: Coeficiente de corte estándar, que será  $\geq 0.2$  para sismos moderados y 1.0 para sismos severos.

$\alpha_i$ : Peso normalizado

El factor de características de vibración depende del periodo y tipo de suelo de la estructura:

$$R_t = 1 \rightarrow T < T_C$$

$$R_t = 1 - 0.2 \cdot \left( \frac{T}{T_C} - 1 \right)^2 \rightarrow T_C \leq T \leq T_C \quad (\text{Ecuación 13})$$

$$R_t = \frac{1.6 \cdot T_C}{T} \rightarrow 2T_C < T$$

#### 2.4.4 Factor de uso o importancia

A pesar de la multiplicidad de objetivos de desempeños y lo complicado que resulta tratar de satisfacerlos, los códigos sólo consideran un Factor de Uso o Importancia que modifica el espectro de acuerdo con el grupo de uso en que se encuentre la edificación. Así se le otorga un nivel de desempeño más confiable a la estructura, asumiendo que esto se consigue reduciendo las demandas de ductilidad del sistema para sismos raros o muy raros. En general, cuánto más importante sea el uso para el cual está destinada la estructura, tanto mayor será el valor de este coeficiente, aumentando así su resistencia.

En la norma peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2016) este valor es representado por el *Factor de Uso* factor  $U$ , por lo que tenemos que la aceleración de la estructura considerando su importancia es  $ZUSC$ .

#### 2.4.4.1 Factor de importancia en Perú

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla 10. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar  $U = 1$ .

**Tabla 10: Factor de Importancia Perú.**

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (Públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>• Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> </ul>	1.5
B Edificaciones Importantes.	Edificaciones donde se reúnan gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1.3
C Edificaciones Comunes	También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento. Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver nota 2

*Nota 1: las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1.5.*

*Nota 2: en estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.*

*Fuente: (E.030, 2016)*

#### 2.4.4.2 Factor de importancia en Chile

El factor de importancia, o coeficiente relativo al edificio, cuyos valores se especifican en la Tabla 11 de acuerdo con la categoría de ocupación correspondiente.

*Tabla 11: Categoría de ocupación de edificios y otras estructuras en Chile*

NATURALEZA DE LA OCUPACIÓN	CATEGORÍA OCUPACIÓN	VALOR I
Edificios y otras estructuras aisladas o provisionales no destinadas a habitación, no clasificables en las Categorías de Ocupación II, III y IV que representan un bajo riesgo para la vida humana en el caso de falla, incluyendo, pero no exclusivamente: Instalaciones agrícolas. Ciertas instalaciones provisorias. Instalaciones menores de almacenaje.	I	0.6
Todos los edificios y otras estructuras destinados a la habitación privada o al uso público que no pertenecen a las Categorías de Ocupación I, III y IV, y edificios u otras estructuras cuya falla puede poner en peligro otras construcciones de las Categorías de Ocupación I, III y IV. Edificios y otras estructuras cuyo contenido es de gran valor, incluyendo, pero no exclusivamente: Bibliotecas Museos	II	1.0
Edificios y otras estructuras donde existe frecuentemente aglomeración de personas, incluyendo, pero no exclusivamente: Salas destinadas a asambleas para 100 o más personas. Estadios y graderíos al aire libre para 2000 o más personas Escuelas, parvularios y recintos universitarios. Cárceles y lugares de detención. Centros comerciales con pasillos cubiertos.	III	1.2
Edificios y otras estructuras clasificadas como edificios gubernamentales, municipales, de servicios públicos o de utilidad pública	IV	1.2

*Fuente: (NCh433, 2012)*

#### 2.4.4.3 Factor de importancia en Estados Unidos

El factor de importancia según la norma sísmica de Estados Unidos se especifica en la Tabla 12.

**Tabla 12: Categoría de riesgo de edificios para cargas sísmicas en Estados Unidos**

<b>OCUPACIÓN O USO DE EDIFICIOS</b>	<b>CATEGORÍA RIESGO</b>	<b>VALOR I<sub>e</sub></b>
Edificios y otras estructuras que representan bajo riesgo para la vida humana en caso de falla	I	1.0
Todos los edificios y otras estructuras, excepto las enumeradas en las categorías de riesgo I, III y IV.	II	1.0
Edificios y otras estructuras, cuyo fracaso podría representar un riesgo sustancial para la vida humana.		
Edificios y otras estructuras, no incluidas en la Categoría de riesgo IV, con el potencial de causar un impacto económico sustancial y / o una interrupción masiva de la vida civil cotidiana en caso de falla.	III	1.25
Edificios y otras estructuras designadas como instalaciones esenciales.		
Edificios y otras estructuras, cuyo fracaso podría representar un peligro sustancial para la comunidad	IV	1.50

*Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)*

#### **2.4.5 Factor de reducción de fuerzas sísmicas**

El factor de reducción de fuerzas sísmicas refleja las características de absorción y disipación de energía de la estructura resistente, así como la experiencia sobre el comportamiento sísmico de los diferentes tipos de estructuraciones y materiales empleados.

En la norma peruana de Diseño Sismorresistente (E.030, 2016) el Factor de Reducción de Fuerzas Sísmicas es representado por  $R$ , así que el coeficiente sísmico de esta norma sísmica queda definido como  $ZUSC / R$ .

##### **2.4.5.1 Factor de reducción en Perú**

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente  $R_0$  determinado a partir de la Tabla 13 y de los factores  $I_a$ ,  $I_p$  obtenidos de las Tablas 14 y 15.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \quad (\text{Ecuación 14})$$



Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

**Tabla 13: Tipos de sistemas estructurales en Perú**

<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>COEFICIENTE R<sub>0</sub></b>
<b>Concreto armado</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4

*Fuente: (E.030, 2016)*

Estructuras regulares son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades en las Tablas 14 y 15. En estos casos, el factor I<sub>a</sub> o I<sub>p</sub> será igual a 1.0. Estructuras irregulares son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas 14 y 15. Si existe más de una irregularidad, se tomará, el menor valor, es decir, el valor más crítico.

**Tabla 14: Factor de irregularidad en altura**

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b>	<b>FACTOR I<sub>a</sub></b>
<b>Irregularidad de Rigidez - Piso Blando</b>	
Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1.4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1.25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.	<b>0.75</b>
<b>Irregularidad de Resistencia - Piso Débil</b>	
Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b> (...continuación)	<b>FACTOR</b> <b>I<sub>a</sub></b>
<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez</b></p> <p>Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1.6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1.4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes.</p> <p>La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso</p>	<b>0.50</b>
<p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia</b></p> <p>Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	
<p><b>Irregularidad de Masa o Peso</b></p> <p>Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor de 1.5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	<b>0.90</b>
<p><b>Irregularidad Geométrica Vertical</b></p> <p>La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor 1.3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	<b>0.90</b>

---

*Fuente: (E.030, 2016)*

*Tabla 15: Factor de irregularidad en planta*

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</b>	<b>FACTOR <math>I_p</math></b>
<p><b>Irregularidad Torsional</b></p> <p>Existe irregularidad torsional, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>\Delta_{\text{máx}}</math>), es mayor que 1.2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{\text{CM}}</math>).</p>	<b>0.75</b>
<p><b>Irregularidad Torsional Extrema</b></p> <p>Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (<math>\Delta_{\text{CM}}</math>), es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{\text{CM}}</math>).</p>	<b>0.60</b>
<p><b>Esquinas Entrantes</b></p> <p>La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta</p>	<b>0.90</b>
<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b></p> <p>La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% el área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	<b>0.85</b>

*Fuente: (E.030, 2016)*

### 2.4.5.2 Factor de reducción en Chile

El factor de modificación de la respuesta  $R_0$  (o  $R$ ) se establece en la Tabla 16. Si la estructura resistente del edificio contempla sistemas con diferente valor de  $R_0$  (o  $R$ ) según distintas direcciones horizontales, el análisis sísmico se debe efectuar con el menor valor de  $R_0$  (o  $R$ ).

*Tabla 16: Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta*

<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>MATERIAL ESTRUCTURAL</b>	<b>R</b>	<b><math>R_0</math></b>
Pórticos	Acero Estructural	6	10
	Concreto Armado	7	11
Muros y Sistemas Arriostrados	Madera	5.5	7
	Albañilería confinada	4	4
	Albañilería armada	4	4
Cualquier tipo de estructuración o material que no puede ser clasificado en alguna de las categorías anteriores.		2	-

*Fuente: (NCh433, 2012)*

### 2.4.5.3 Factor de reducción en Estados Unidos

El coeficiente de modificación de respuesta  $R$  apropiado, indicado en la Tabla 17, se usará para determinar el esfuerzo cortante en la base, las fuerzas de diseño del elemento.

*Tabla 17: Coeficiente de Modificación de Respuesta*

<b>SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	<b>COEFICIENTE DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA</b> <b><math>R</math></b>	<b>FACTOR DE SOBRECARGA</b> <b><math>\Omega</math></b>
Pórticos	3	3.0
Dual	5	2.5
Muros estructurales	4	2.5

*Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)*

#### 2.4.5.4 Factor de reducción en Japón

El factor está en función de la ductilidad como se muestra en la Tabla 18.

*Tabla 18: Factor de características estructurales Japón*

<b>VALORES PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO Ds</b>				
<b>Tipo de estructura</b>	<b>Excelente ductilidad</b>	<b>Buena ductilidad</b>	<b>Normal ductilidad</b>	<b>Pobre ductilidad</b>
Pórticos	0.30	0.35	0.40	0.45
Muros estructurales	0.35	0.40	0.45	0.50
Dual	0.40	0.45	0.50	0.55

*Fuente: (BSLJ, 2000)*

El factor de forma  $F_{es}$  toma en cuenta la irregularidad de la estructura, expresada en el factor de rigidez  $F_s$  y excentricidad  $F_e$

$$F_{es} = F_s \cdot F_e \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

$$F_s = \begin{cases} 1.0 & R_s \geq 0.6 \\ 1.0 + \frac{0.5}{0.3}(0.6 - R_s) & 0.6 > R_s \end{cases} \quad (\text{Ecuación 16})$$

$$F_e = \begin{cases} 1.0 & R_e \leq 0.15 \\ 1.0 + \frac{0.5}{0.15}(R_e - 0.15) & 0.15 < R_e < 0.3 \\ 1.5 & R_e \geq 0.3 \end{cases} \quad (\text{Ecuación 17})$$

#### 2.4.6 Estimación del peso

El peso propio de la estructura se define como la suma de todos los elementos estructurales, es decir la carga muerta y un porcentaje del peso de la sobrecarga del tipo de uso de la estructura, es decir la carga viva. Adicionando la carga de techo o carga de nieve, según establezca cada norma estudiada.

#### 2.4.6.1 Estimación del peso en Perú

De acuerdo a la norma sísmica de Perú, el peso (P) se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará a partir de la Tabla 19 (E.030, 2016).

*Tabla 19: Estimación del peso en Perú*

ESTIMACIÓN DEL PESO (P)	
EDIFICACIONES	% CARGA VIVA
Categoría A y B	50 %
Categoría C	25 %
Depósitos	80 %
Azoteas y techos en general	25 %
Tanques, Silos y similares	100 %

*Fuente: (E.030, 2016)*

#### 2.4.6.2 Estimación del peso en Chile

Para el cálculo de las masas según la norma sísmica de Chile: se deben considerar las cargas permanentes más un porcentaje de la sobrecarga de uso, que no puede ser inferior a 25% en construcciones destinadas a la habitación privada, ni a un 50% en construcciones de uso público donde es usual la aglomeración.

El peso total P de la edificación sobre el nivel basal se debe calcular según lo dispuesto anteriormente. Para efectos de este cálculo, se puede considerar un valor nulo para la sobrecarga de techos (NCh433, 2012)

#### 2.4.6.3 Estimación del peso en Estados Unidos

El peso sísmico efectivo W, de una estructura deberá incluir a la carga muerta sobre la base y un mínimo de 25% de carga viva de piso, en áreas usadas para vivienda, además un 20% de carga de techo uniforme. (IBC/ASCE7, 2016)

#### 2.4.6.4 Estimación del peso en Japón

Para norma sísmica de Japón: El peso del edificio debe ser la suma de la carga muerta y la porción aplicable de la carga viva. En los distritos de nieve intensa, se tendrá en cuenta el efecto de la carga de nieve, que corresponden a aproximadamente un tercio de la carga útil de diseño para losas de piso. (BSLJ, 2000)

#### 2.4.7 Periodo fundamental de vibración

El tiempo que demora la estructura en repetir su modo de vibración es el periodo (T) para ese modo de vibración, el mayor de estos periodos es el periodo fundamental. El periodo fundamental de vibración de una estructura, es el periodo con mayor masa traslacional y más crítico para la estructura.

##### 2.4.7.1 Periodo fundamental de vibración en Perú

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad (\text{Ecuación 18})$$

*Tabla 20: Valores de  $C_T$  para determinar periodo fundamental en Perú*

<b>PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN</b>	
	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:
<b><math>C_T = 35</math></b>	a) pórticos de concreto armado sin muros de corte. b) pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:
<b><math>C_T = 45</math></b>	a) pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras. b) Pórticos de acero arriostrados.
<b><math>C_T = 60</math></b>	Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

*Fuente: (E.030, 2016)*

### 2.4.7.2 Periodo fundamental de vibración en Chile

El valor del periodo fundamental de vibración  $T^*$  en cada una de las direcciones de acción sísmica consideradas en el análisis, se debe calcular mediante un procedimiento fundamentado. (NCh433, 2012)

### 2.4.7.3 Periodo fundamental de vibración en Estados Unidos

El periodo fundamental aproximado de vibración ( $T_a$ ), será determinado por la siguiente expresión:

$$T_a = C_t h_n^x \quad (\text{Ecuación 19})$$

Tabla 21: Valores del parámetro  $C_t$  y  $x$  para Estados Unidos

TIPO DE ESTRUCTURA	$C_t$	$x$
Pórticos de concreto	0.0466	0.9
Pórticos de acero	0.0724	0.8
Otros sistemas estructurales	0.0488	0.75

Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)

### 2.4.7.4 Periodo fundamental de vibración en Japón

El periodo básico natural  $T$  según Japón (BSLJ, 2000), es calculado usando la siguiente expresión:

$$T = h(0.02 + 0.01\lambda) \quad (\text{Ecuación 20})$$

$$\lambda = 0.0 \text{ (concreto)}$$

$$\lambda = 1.0 \text{ (acero)}$$

## 2.5 PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS SÍSMICO

### 2.5.1 Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes.

Este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en los centros de masas de cada nivel de la edificación, en



dos direcciones ortogonales. Estas fuerzas se obtienen distribuyendo en cada nivel, la fuerza cortante en la base de la estructura, calculada a partir de los parámetros definidos líneas atrás. En este análisis no es necesario el cálculo del período fundamental de vibración de una manera precisa, ya que las normas sísmicas establecen fórmulas aproximadas para la estimación del mismo.

#### **2.5.1.1 Fuerza cortante en la base en Perú**

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad (\text{Ecuación 21})$$

El valor de  $C/R$  no deberá considerarse menor que:  $C/R \geq 0.125$

Donde:

V: Fuerza cortante en la base de la estructura.

Z: Factor de zona.

U: Factor de uso o importancia.

C: Factor de amplificación sísmica.

S: Factor de amplificación del suelo.

R: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

#### **2.5.1.2 Fuerza cortante en la base en Chile**

El esfuerzo de corte basal está dado por:

$$Q_0 = C \cdot I \cdot P \quad (\text{Ecuación 22})$$

Donde:

$Q_0$ : Esfuerzo de corte basal del edificio

P: Peso total del edificio sobre el nivel basal

I: Coeficiente relativo del edificio

C: Coeficiente sísmico

### 2.5.1.3 Fuerza cortante en la base en Estados Unidos

Se define la ecuación para calcular la fuerza cortante basal en la norma sísmica americana:

$$V = C_S \cdot W \quad (\text{Ecuación 23})$$

Donde:

V: Cortante sísmico en la base.

C<sub>S</sub>: Coeficiente de respuesta sísmica (adimensional).

W: Peso sísmico efectivo del edificio.

$$E_h = \rho \cdot Q_E \quad (\text{Ecuación 24})$$

$$Q_E = \Omega \cdot V$$

Donde:

$\rho$ : Factor de redundancia

Q<sub>E</sub>: Efectos de fuerza sísmica horizontal

### 2.5.1.4 Fuerza cortante en la base en Japón

Se define la ecuación para calcular la fuerza cortante basal según Japón:

$$Q_i = C_i \cdot W_i \quad (\text{Ecuación 25})$$

Donde:

C<sub>i</sub>: Cortante sísmico lateral.

W<sub>i</sub>: Peso de la edificación.

$$Q_u = D_S \cdot F_{es} \cdot Q \quad (\text{Ecuación 26})$$

Donde:

$Q_u$ : Fuerza cortante sísmico.

$D_s$ : Factor de características estructurales.

$F_{es}$ : Factor de forma.

El factor de forma  $F_{es}$  está expresada en relación al factor de rigidez  $F_s$  y el factor de excentricidad  $F_e$ .

$$F_{es} = F_s \cdot F_e \quad (\text{Ecuación 27})$$

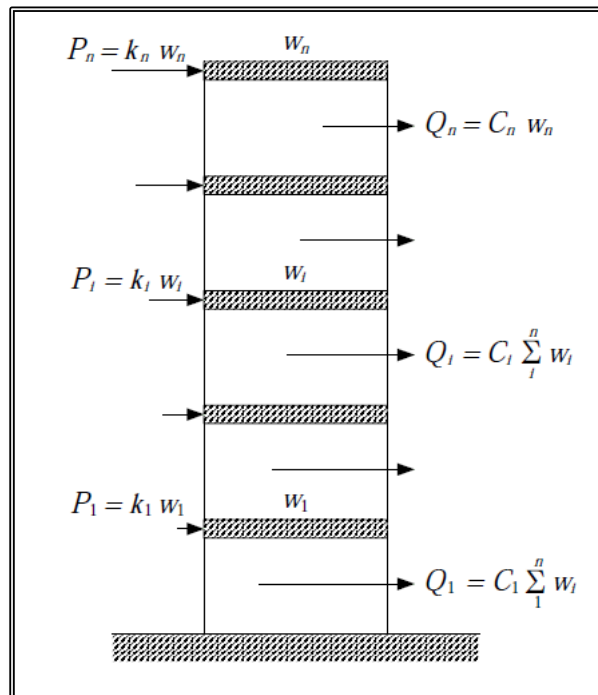


Figura 16: Fuerza sísmica lateral  $P_i$  y cortante  $Q_i$  del entrepiso  $i$ .

Fuente: (BSLJ, 2000)

### 2.5.2 Análisis dinámico modal espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral, que consiste en la aplicación de las fuerzas sísmicas a la estructura, deducidas en base a un espectro de aceleraciones.

Este método implica el uso simultáneo de modos de vibrar, pero en la mayoría de códigos se establece como requisito que se considere al menos un número de modos, tal

que se garantice que el 90% de las masas efectivas de la estructura participen en el cálculo de la respuesta, para cada dirección horizontal principal. La respuesta hallada para cada modo, debe ser combinada luego por algún criterio de combinación, como la combinación cuadrática completa (CQC) o la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (RCSC).

### 2.5.2.1 Aceleración espectral en Perú

Se define la ecuación para calcular el espectro de respuesta sísmica según Perú:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad (\text{Ecuación 28})$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

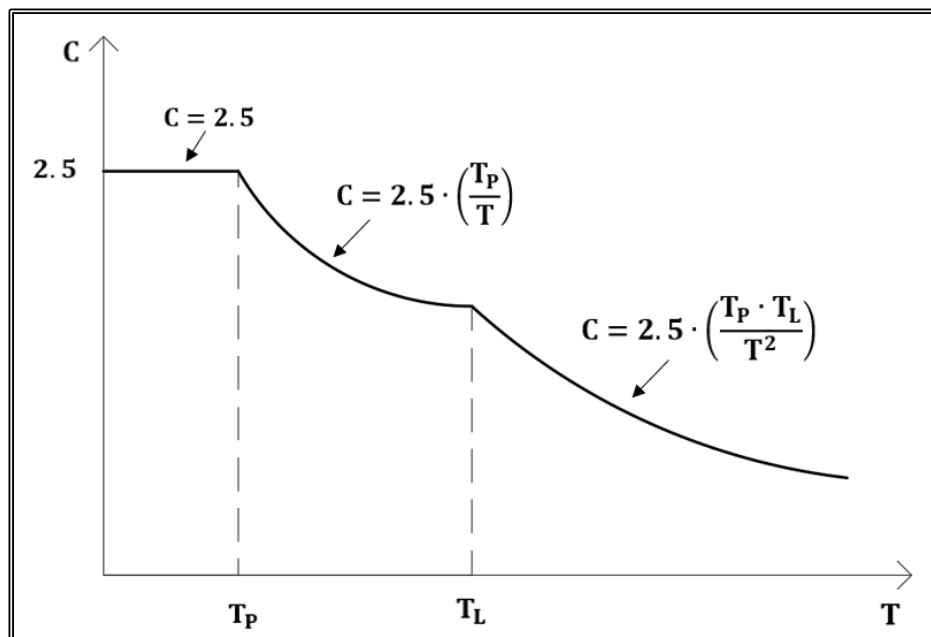


Figura 17: Espectro de aceleraciones de respuesta sísmica PERÚ.

Fuente: (E.030, 2016)

### 2.5.2.2 Aceleración espectral en Chile

Se define la ecuación para calcular el espectro de respuesta sísmica según Chile:

$$S_a = \frac{S \cdot A_0 \cdot \alpha}{\left(\frac{R^*}{T}\right)} \quad (\text{Ecuación 29})$$

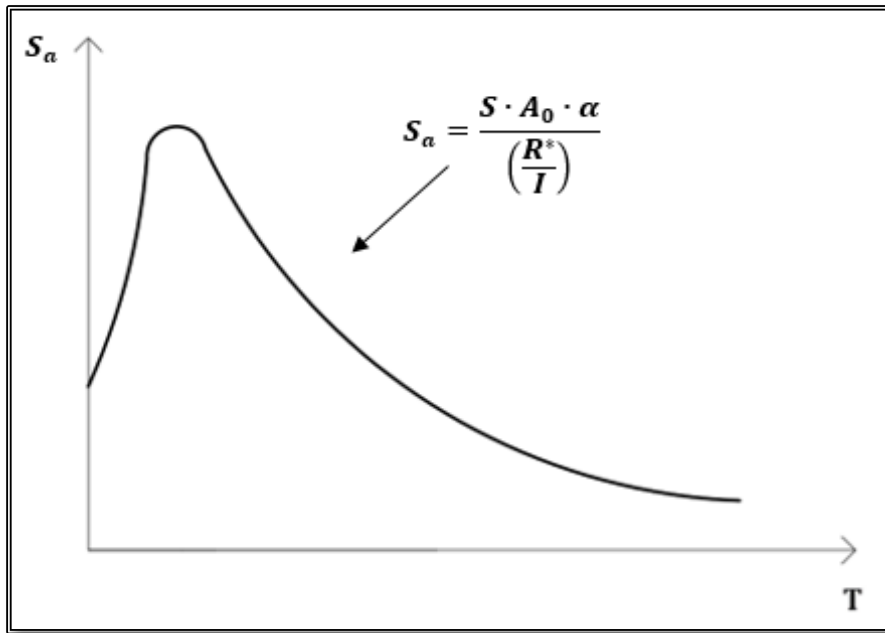


Figura 18: Espectro de aceleraciones de respuesta sísmica CHILE.

Fuente: (NCh433, 2012)

### 2.5.2.3 Aceleración espectral en Estados Unidos

Se define la ecuación para calcular el espectro de respuesta sísmica según la norma americana:

$$S_a = S_{DS} \left( 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \quad T < T_0$$

$$S_a = S_{DS} \quad T_0 \leq T < T_S$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad T_S < T \leq T_L$$

$$S_a = \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2} \quad T_L < T$$

(Ecuación 32)

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \cdot F_a \cdot S_s \quad (\text{Ecuación 31})$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \cdot F_v \cdot S_1 \quad (\text{Ecuación 30})$$

Donde:

$S_a$ : Espectro de respuesta de diseño

$S_{DS}$ : parámetro de aceleración de respuesta espectral de diseño en periodo cortos.

$S_{D1}$ : parámetro de aceleración de respuesta espectral de diseño en periodos largos

$S_1$ : parámetro de aceleración de respuesta espectral en periodo de 1s

$F_a$ : Coeficiente de sitio de periodos cortos (a 0.2s)

$F_v$ : Coeficiente de sitio de periodos largos (a 1.0s)

$T$ : periodo fundamental del edificio

$T_0$ :  $0.2 S_{D1}/S_{DS}$

$T_s$ :  $S_{D1}/S_{DS}$

$T_L$ : Período de transición de período largo (s)

$S_s$ : parámetro de aceleración de respuesta espectral en periodos de 0.2s

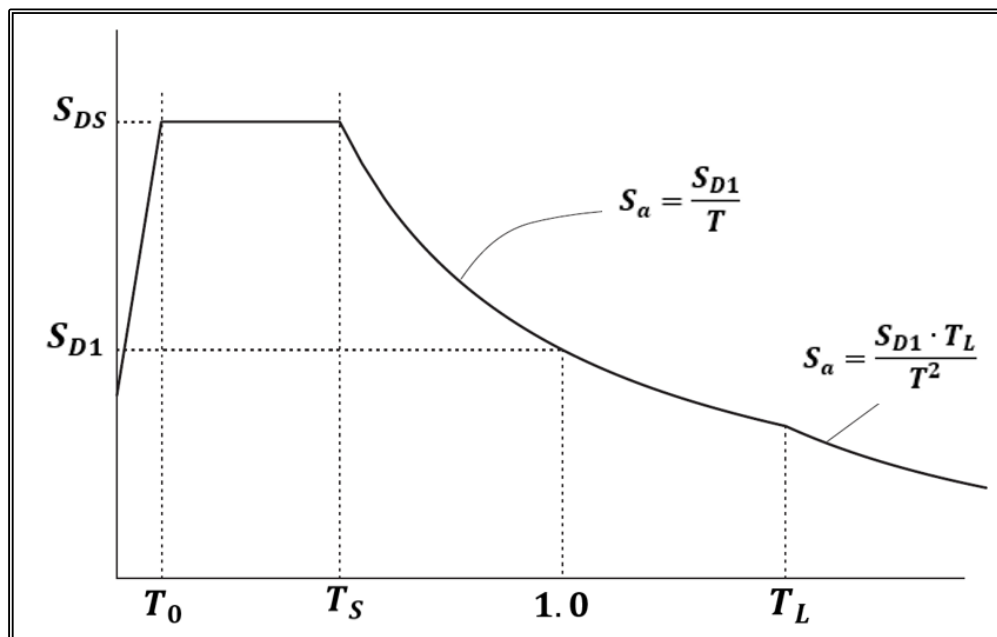


Figura 19: Espectro de aceleraciones de respuesta sísmica en Estados Unidos  
Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)

#### 2.5.2.4 Aceleración espectral en Japón

Se define la ecuación para calcular el espectro de respuesta sísmica según la norma japonesa:

$$S_a(T) = G_s(T) \cdot Z \cdot S_0(T) \quad (\text{Ecuación 33})$$

$$\begin{aligned} S_0(T) &= (3.2 + 30T) & T < 0.16 \\ S_0(T) &= 8.0 & 0.16 \leq T < 0.64 \\ S_0(T) &= 5.12/T & 0.64 \geq T \end{aligned} \quad (\text{Ecuación 34})$$

Donde:

$S_a$ : Diseño de Espectro de respuesta de la superficie de suelo.

$G_s$ : Factor de amplificación de capa de suelo superficial

$Z$ : Factor de zona sísmica

$S_0$ : Diseño de Espectro de respuesta en roca de ingeniería.

El factor de amplificación de capa de suelo  $G_s$  para tipo de perfil de suelo I, se calcula:

$$G_s(T) = \begin{cases} 1.5 & T < 0.576 \\ 0.864/T & 0.576 \leq T < 0.64 \\ 1.35 & 0.64 \leq T \end{cases} \quad (\text{Ecuación 35})$$

El factor de amplificación de capa de suelo  $G_s$  para tipo de perfil de suelo II y III, se calcula como sigue:

$$G_s(T) = \begin{cases} 1.5 & T < 0.64 \\ 1.5T/0.64 & 0.64 \leq T < T_u \\ g_v & T_u \leq T \end{cases} \quad (\text{Ecuación 36})$$

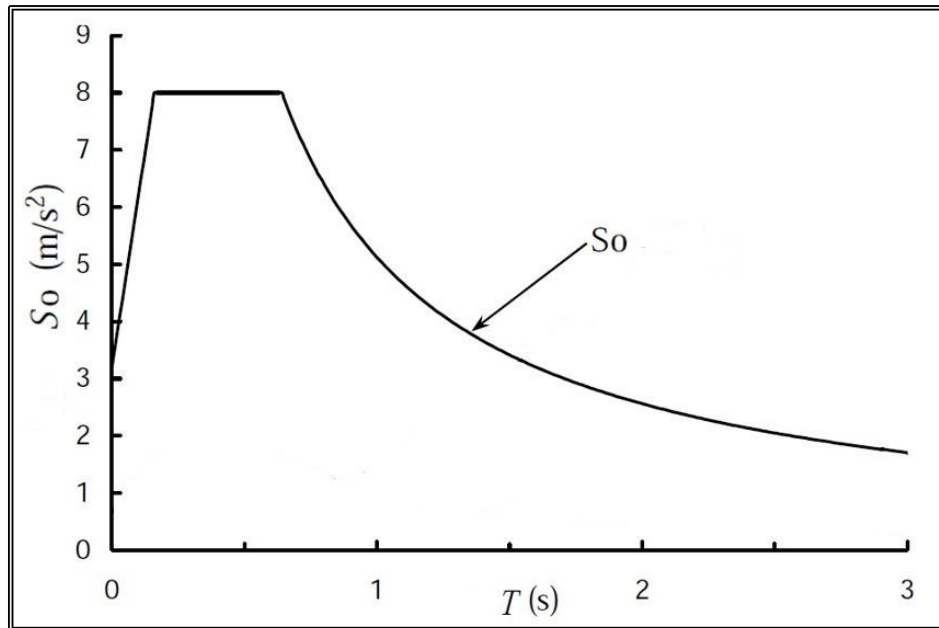


Figura 20: Espectro de aceleraciones de respuesta sísmica JAPÓN.  
Fuente: (BSLJ, 2000)

## 2.6 DETERMINACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS LATERALES RELATIVOS

El desplazamiento lateral relativo es la diferencia de los desplazamientos laterales entre dos niveles consecutivos, producidos por la aplicación sobre la estructura de las solicitaciones sísmicas, incluyendo las deformaciones por traslación directa y traslación por torsión, y se determina como:

$$\Delta_i = \delta_i - \delta_{i-1} \quad (\text{Ecuación 37})$$

Donde:

$\Delta_i$ : desplazamiento lateral relativo del nivel i.

$\delta_i, \delta_{i-1}$ : desplazamientos laterales en los niveles i e i - 1, respectivamente.

### 2.6.1 Desplazamientos laterales relativos en Perú

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0.75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos



laterales se calcularán multiplicando por R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. El máximo desplazamiento relativo de entrepiso no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla 22.

**Tabla 22: Límites para la distorsión de entrepiso en Perú.**

<b>LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DE ENTREPISO</b>	
<b>MATERIAL PREDOMINANTE</b>	<b>(<math>\Delta i/h_{ei}</math>)</b>
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

*Fuente: (E.030, 2016)*

### 2.6.2 Desplazamientos laterales relativos en Chile

El desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, medido en el centro de masas en cada una de las direcciones de análisis, no debe ser mayor que la altura de entrepiso multiplicada por 0.002.

El desplazamiento relativo máximo entre dos pisos consecutivos, medido en cualquier punto de la planta en cada una de las direcciones de análisis, no debe exceder en más de 0.001h al desplazamiento relativo correspondiente medido en el centro de masas, en que h es la altura de entrepiso.

### 2.6.3 Desplazamientos laterales relativos en Estados Unidos

La distorsión en el nivel x usado para calcular la deriva de entrepiso será determinado de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (\text{Ecuación 38})$$

Donde  $C_d$  es el factor de amplificación de desplazamiento y se obtiene de la Tabla 23,  $\delta_{xe}$  es la distorsión de los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico.  $\delta_x$  no debe exceder a las derivas de entrepiso permisibles detalladas en la Tabla 23.

**Tabla 23: Factor de amplificación de desplazamiento**

SISTEMAS ESTRUCTURALES	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DE DESPLAZAMIENTO
	$C_d$
Pórticos	2.5
Dual	4.5
Muros	4

*Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)*

**Tabla 24: Derivas de entrepiso permisibles en Estados Unidos**

TIPO DE ESTRUCTURA	CATEGORÍA DE USO		
	I o II	III	IV
Edificios, que no sean de muros de corte de albañilería, de 4 pisos o menos por encima de la base con tabiques, cielos rasos, y paredes exteriores e interiores.	0.025hi	0.020 hi	0.015 hi
Muros de corte de albañilería en voladizo	0.010 hi	0.010 hi	0.010 hi
Otros muros de corte de albañilería.	0.007 hi	0.007 hi	0.007 hi
Otros tipos de estructuras.	0.020 hi	0.015 hi	0.010 hi

*Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)*

#### 2.6.4 Desplazamientos laterales relativos en Japón

La deriva por entrepiso del edificio causada por los movimientos moderados del sismo no debe superar 1/200 de  $h_i$  ( $h_i$  es la altura del entrepiso). Este valor puede incrementar a 1/120 si los elementos no estructurales no tendrán daños severos en el incremento de los límites de la deriva por entrepiso.

## **CAPÍTULO III**

### **3. MATERIALES Y METODOLOGÍA**

#### **3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo no experimental porque es se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad. En este tipo de investigación no hay condiciones ni estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural (Hernández Sampieri, 2014).

Se basa en conceptos, variables o sucesos que ya ocurrieron o se dieron sin la intervención directa del investigador. Es por esto que también se le conoce como investigación ‘ex post facto’ (hechos y variables que ya ocurrieron), al observar variables y relaciones entre estas en su contexto.

##### **3.1.2 Nivel de la investigación**

Este trabajo de investigación alcanza el nivel explicativo porque no sólo describe el problema, sino que busca establece las causas en distintos tipos de estudio, estableciendo conclusiones y explicaciones para enriquecer las teorías (Hernández Sampieri, 2014).

Se identificaron los parámetros de cada norma de diseño sismorresistente de Perú (E.030, 2016), Chile (NCh433, 2012), Estados Unidos (IBC/ASCE7, 2016) y Japón (BSLJ, 2000), para luego comparar resultados de la respuesta sísmica de la edificación de concreto armado, con sistema dual.

Una de las características principales de la investigación explicativa es que aumenta las posibilidades de replicar el estudio, se puede replicar en otras circunstancias

para tratar de indagar en posibles nuevas versiones del fenómeno. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables.

### **3.1.3 Método de investigación**

Esta investigación posee el método deductivo que, es una estrategia de razonamiento empleada para deducir conclusiones lógicas a partir de una serie de premisas o principios. En este sentido, es un proceso de pensamiento que va de lo general (leyes o principios) a lo particular (fenómenos o hechos concretos) (Hernández Sampieri, 2014).

### **3.1.4 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es transversal, se utiliza cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien en cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo. En este tipo de diseño se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito esencial es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernández Sampieri, 2014).

### **3.1.5 Esquema de la investigación**

Se muestra en la Figura 21 el diagrama de flujo.

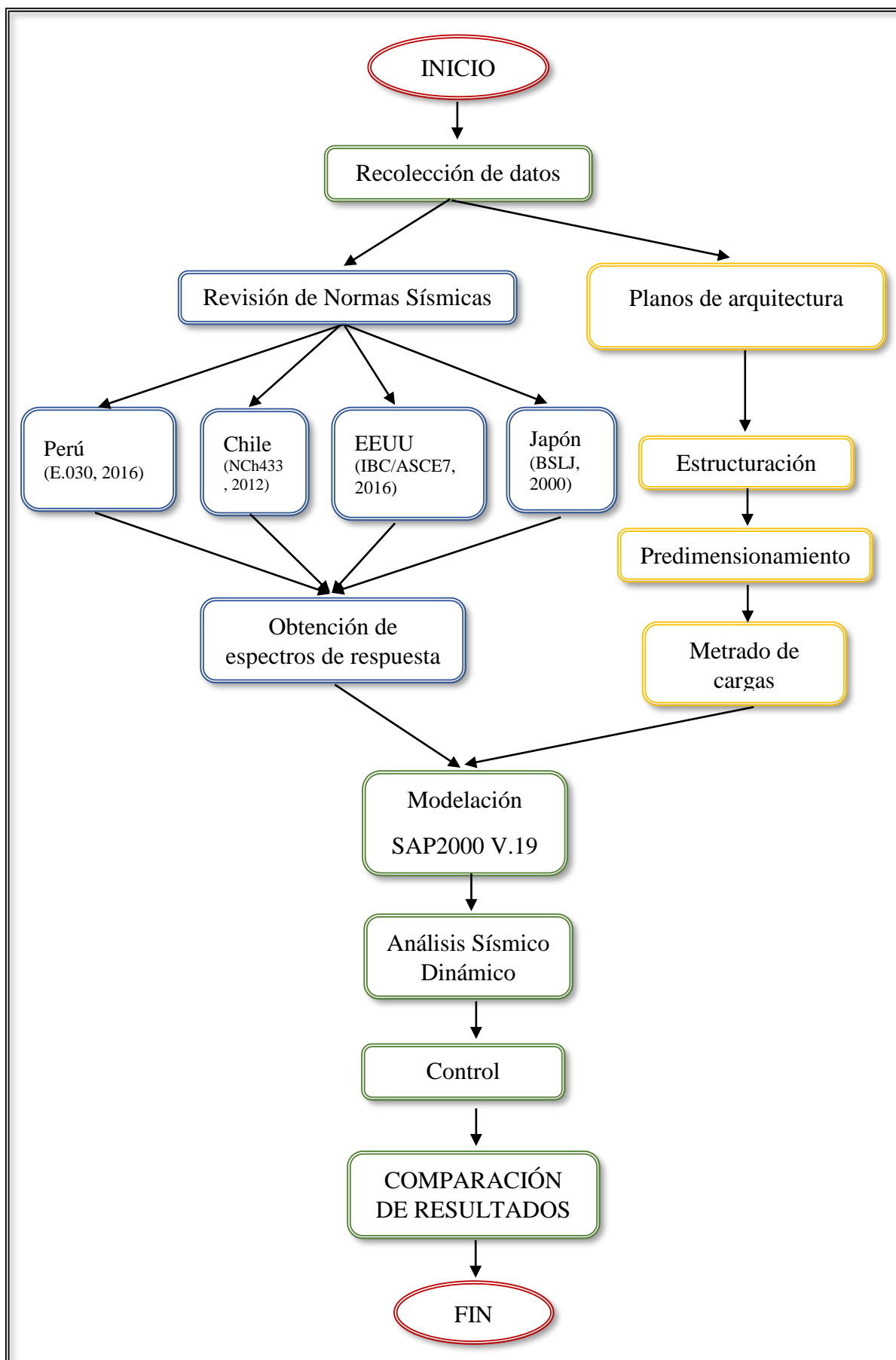


Figura 21: Diagrama de Flujo del Diseño de Ingeniería de la Investigación.  
Fuente: Elaboración propia.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 Población**

Se tomó como población a la edificación de concreto armado, con sistema estructural de pórticos y muros estructurales, de categoría común porque es una vivienda multifamiliar.

### **3.2.2 Muestra**

La muestra es de tipo no probabilística censal, esto quiere decir que la muestra y la población es uno, es decir la muestra es igual a la población, el tipo de muestreo es de tipo discrecional porque la muestra fue elegida a criterio de la investigadora.

## **3.3 INSTRUMENTOS**

### **3.3.1 Instrumentos metodológicos**

Documentos Digitales: Archivo digital, donde se almacena información que puede ser revisada en un computador mediante un software adecuado.

### **3.3.2 Instrumentos de ingeniería**

#### **3.3.2.1 Guías normativas y estudios**

- Reglamento Nacional de Edificaciones, norma de diseño sismorresistente E.030 del 2016 (E.030, 2016)
- Norma chilena de diseño sísmico de edificios NCh 433.of 1996 modificada en el 2012 (NCh433, 2012)
- International Building Code 2015 / American Society of Civil Engineers 2016 (IBC/ASCE7, 2016)
- The Building Standard Law of Japan 2000 (BSLJ, 2000).

### **3.3.2.2 Software de ingeniería**

- Microsoft Office
- Software Google Maps
- Software Autodesk AutoCAD Civil 3D
- Software SAP2000 V.19

## **3.4 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.4.1 Ubicación del estudio**

El análisis comparativo se realizó a partir del diseño sísmico para una edificación de uso multifamiliar de diez niveles de concreto armado que estará ubicado en todos los tipos de zonas sísmicas de las normas estudiadas.

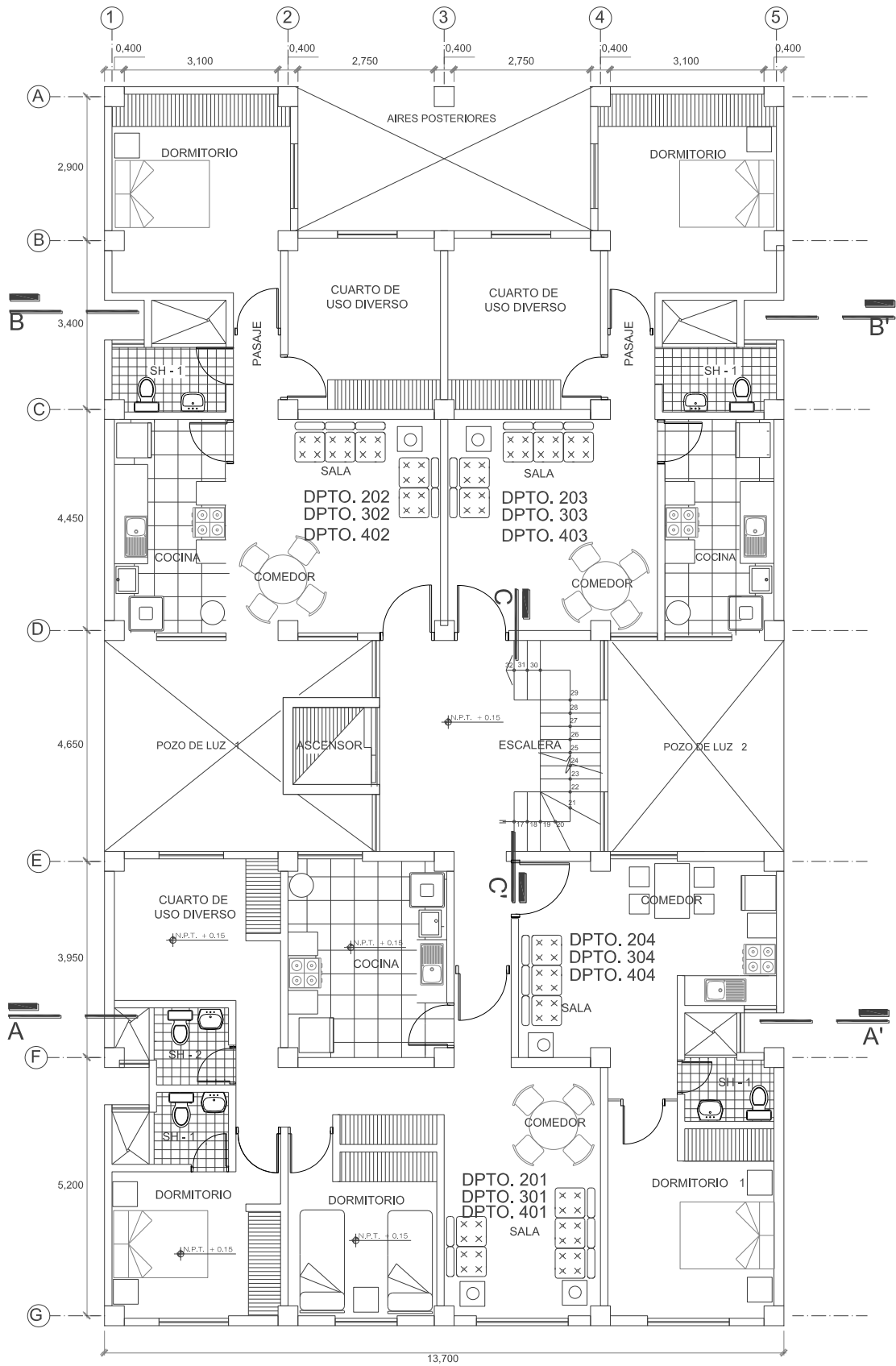
### **3.4.2 Perfiles de suelos**

Para un estudio y análisis completo de las normas sísmicas, se consideró los siguientes tres tipos de suelos: suelo duro o rígido, suelo intermedio y suelo blando. Puesto que, son suelos característicos y de variable común de las normas estudiadas.

### **3.4.3 Arquitectura del proyecto**

Se analiza un edificio de uso multifamiliar con sistema dual de concreto armado, de 10 niveles de altura, cada piso con 2.8m de altura. Con un área de terreno de 411m<sup>2</sup> de 10 niveles con un diseño innovador destinado para vivienda. La primera planta consta de un vestíbulo, sala, comedor común y 3 departamentos de gran tamaño. La planta típica es de 9 niveles está destinado para vivienda, cuenta con 3 departamentos grandes y 1 departamento con un dormitorio.

La Figura 24 detalla el plano arquitectónico de la planta típica del edificio. El Anexo B ubica toda la arquitectura del proyecto.



PLANTA TIPICA

Figura 22: Plano arquitectónico de las plantas típicas de la edificación.  
Fuente: Elaboración propia.



#### **3.4.4 Estructuración del proyecto**

La estructura se clasifica como irregular porque posee dos tipos de irregularidades en planta. Los tipos de irregularidades que se encuentra son esquinas entrantes y discontinuidad del diafragma.

El peso del edificio está distribuido simétricamente en la planta de cada piso. Una posición fuertemente asimétrica generaría vibraciones torsionales.

La asimetría de la planta tiende a provocar vibraciones torsionales del edificio.

Otra forma de remediar los problemas de la asimetría de la planta es mediante elementos estructurales exteriores que ligen las distintas partes del edificio y que lo vuelvan más simétrico, como muestra líneas atrás en la Figura 12c.

La sencillez, regularidad y simetría son deseables también en la elevación del edificio para evitar que se produzcan concentraciones de esfuerzos en ciertos pisos o amplificaciones de la vibración en las partes superiores del edificio.

El edificio posee una configuración de elementos estructurales que le confieren resistencia y rigidez a cargas laterales en cualquier dirección. Esto se logra generalmente, proporcionando sistemas resistentes en dos direcciones ortogonales. Por tal razón, la estructura consta en la dirección X-X de pórticos y muros estructurales, es decir es un sistema dual, y en la dirección Y-Y, consta de muros estructurales.

Esto para evitar las amplificaciones de las vibraciones, las concentraciones de solicitaciones y las vibraciones torsionales que pueden producirse por la distribución irregular de masas o rigideces en planta o en elevación.

La Figura 23 detalla la ubicación y corrección de los ejes, y la distribución de los elementos estructurales.

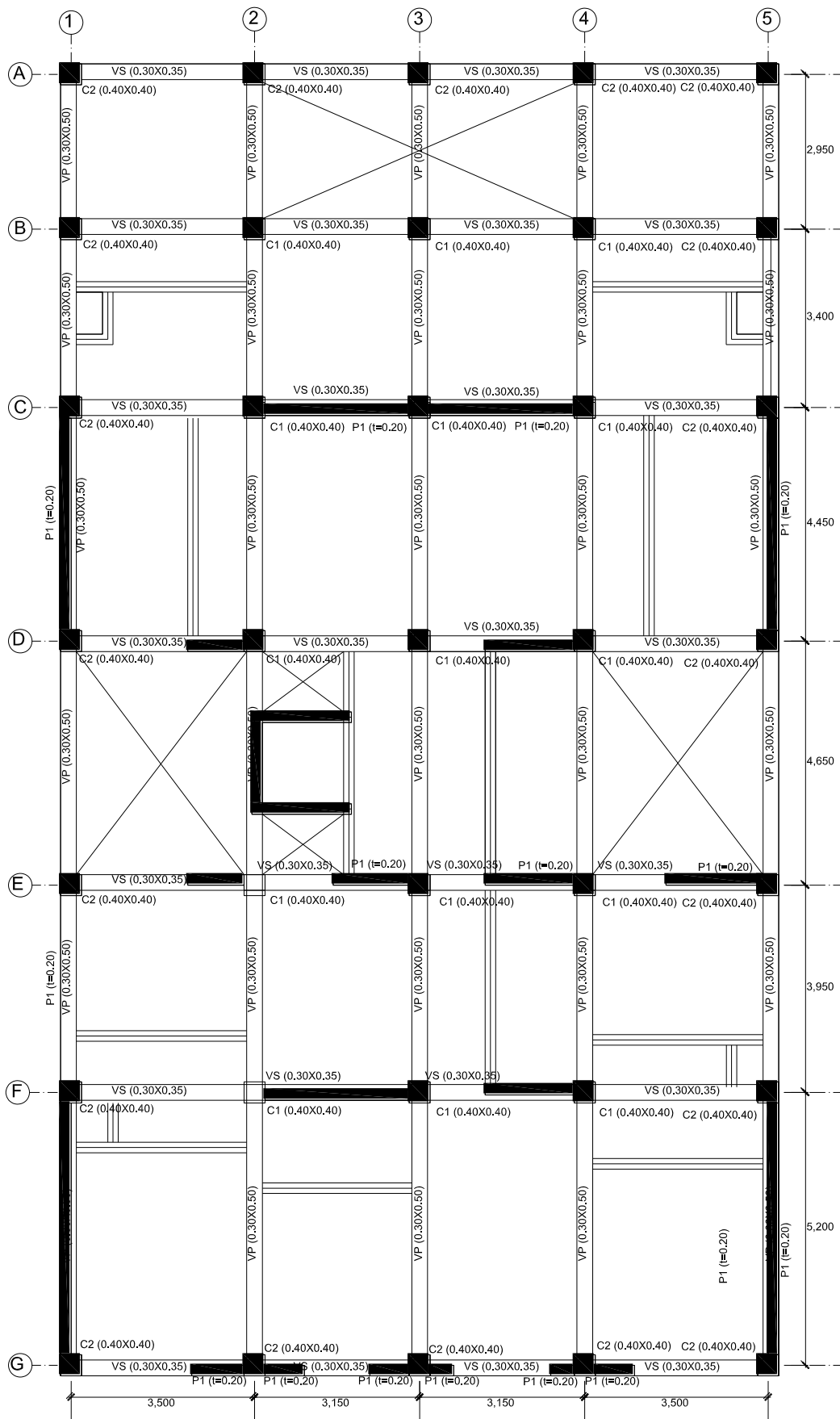


Figura 23: Ubicación de los ejes y distribución de los elementos estructurales.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 25, se explica las características de los elementos de concreto armado del edificio de investigación:

**Tabla 25: Características de elementos de concreto armado**

<b>CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO</b>	
Resistencia a compresión simple del concreto:	$f'c = 280 \frac{kgf}{cm^2}$
Peso específico del concreto armado:	$\gamma_c = 2400 \frac{kgf}{m^3}$
Esfuerzo de fluencia del acero:	$f_y = 4200 \frac{kgf}{cm^2}$
Módulo de Elasticidad del acero: (Artículo 8.5.5 E.060)	$E_s = 2000000 \frac{kgf}{cm^2}$
Módulo de Elasticidad del concreto: (Artículo 8.3 E.060)	$E_c = 15000 \sqrt{f'c} \frac{kgf}{cm^2}$
	$E_c = 250998.01 \frac{kgf}{cm^2}$
Módulo de rigidez al esfuerzo cortante del concreto (Artículo 8.4 E060):	$G_c = \frac{E_c}{2.3} = 109129.57 \frac{kgf}{cm^2}$
Módulo de poisson del concreto:	$\nu_c = \frac{E_c}{2 \cdot G_c} - 1 = 0.15$

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.4.5 Predimensionamiento

#### 3.4.5.1 Predimensionamiento de columnas

#### COLUMNAS CENTRADAS

$$A_{col} = \frac{A_{tributaria} \cdot P \cdot N_{pisos}}{0.45 \cdot f'c}$$

$$A_{tributaria} = 15.21m^2$$

$$N_{pisos} = 10$$

CATEGORIA A	Esencial	$P = 1500 \frac{kgf}{m^2}$
CATEGORIA B	Importante	$P = 1250 \frac{kgf}{m^2}$
CATEGORIA C	Común	$P = 1000 \frac{kgf}{m^2}$

$$P = 1000 \frac{kgf}{m^2}$$

$$A_{col} = 1207.14 \text{ cm}^2 \rightarrow a_{col} = \sqrt[2]{A_{col}} \rightarrow a_{col} = 35 \text{ cm}$$

Se emplea:  $a_{col} = 40 \text{ cm}$  → **C1 (40 cm x 40 cm)**

### COLUMNAS EXCENRICAS Y ESQUINADAS

$$A_{col} = \frac{A_{tributaria} \cdot P \cdot N_{pisos}}{0.35 \cdot f'_c}$$

$$A_{tributaria} = 8.92 \text{ m}^2$$

$$A_{col} = 910.20 \text{ cm}^2 \rightarrow a_{col} = \sqrt[2]{A_{col}} \rightarrow a_{col} = 30 \text{ cm}$$

Se emplea:  $a_{col} = 40 \text{ cm}$  → **C2 (40 cm x 40 cm)**

### 3.4.5.2 Predimensionamiento de vigas

#### VIGAS PRINCIPALES:

$$h_{viga} = \frac{L_{libre}}{12} \text{ a } \frac{L_{libre}}{10}$$

$$L_{libre} = 4.80 \text{ m}$$

$$h_{viga} = 40 \text{ cm a } 48 \text{ cm}$$

Se emplea:  $h_{viga} = 50 \text{ cm}$

$$b_{viga} = \frac{h}{2} \text{ a } \frac{2h}{3}$$

$$b_{viga} = 25 \text{ cm a } 33 \text{ cm (25 cm como mínimo)}$$

Se emplea:  $b_{viga} = 30 \text{ cm}$  → **VP (50 cm x 30 cm)**

#### VIGAS SECUNDARIAS:

$$h_{viga} = \frac{L_{libre}}{12} \text{ a } \frac{L_{libre}}{10}$$

$$L_{libre} = 3.10m$$

$$h_{viga} = 27cm \text{ a } 33 \text{ cm}$$

Se emplea:  $h_{viga} = 35cm$

$$b_{viga} = \frac{h}{2} \text{ a } \frac{2h}{3}$$

$$b_{viga} = 18cm \text{ a } 23cm \text{ (25 cm como mínimo)}$$

Se emplea:  $b_{viga} = 30cm \rightarrow \mathbf{VS (35cm \times 30cm)}$

### 3.4.5.3 Predimensionamiento de losa aligerada

$$h_{losa} = \frac{Ln}{25}$$

$$Ln = 3.50m$$

$$h_{losa} = 14cm$$

LUZ (m)	ESPESOR (cm)	LADRILLO (cm)
4	17	12
5	20	15
6	25	20
7	30	25

Se emplea:  $h_{losa} = \mathbf{20cm}$

### 3.4.5.4 Predimensionamiento de placas

$$Lmin = \frac{V_{basal}}{\varphi \cdot 0.53\sqrt{f'c} \cdot b(0.8)}$$

En zonas de alta sismicidad  $b_{min\text{placa}} = 20cm$

Empleamos:  $b_{min\text{placa}} = \mathbf{25cm}$

Empleamos:  $b_{escalera} = 15\text{cm}$

En la Tabla 21 se resume las dimensiones de elementos estructurales del edificio en investigación:

**Tabla 26: Resumen de dimensiones de elementos estructurales**

<b>RESUMEN DE DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES</b>		
<b>ELEMENTO</b>		<b>DIMENSIONES</b>
Columna Centrada	C1	40 cm x 40 cm
Columna Excéntrica y Centrada	C2	40 cm x 40 cm
Vigas Principales	VP	50 cm x 30 cm
Vigas Secundarias	VS	35 cm x 30 cm
Losa Aligerada	ALIG	20 cm
Placas	PLACA	25 cm
Escalera	ESC	15cm

*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.4.6 Metrado de cargas**

A continuación, se detalla el metrado de la carga muerta de todos los muros ubicado en la Planta típica de la edificación, para ser asignado en el modelamiento posteriormente.

**Tabla 27: Metrado carga muerta muros**

<b>METRADO CARGA MUERTA MUROS</b>					
<b>DESCRIPCION</b>	<b>P.U.</b>	<b>L muro</b>	<b>b muro</b>	<b>h muro</b>	<b>Total</b>
PLANTAS TIPICAS	kg/m3	m	m	m	Kg/m
Muro soga, 1-1 (entre A Y B)	1800	2.60	0.15	2.40	1684.80
Muro soga, 1-1 (entre B Y C)	1800	1.00	0.15	2.40	648.00
Muro soga, 1-1 (entre B Y C)	1800	1.20	0.15	2.40	777.60
Muro soga, 1-1 (entre C Y D)	1800	4.15	0.15	2.40	2689.20
Muro soga, 1-1 (entre E Y F)	1800	3.75	0.15	2.40	2430.00
Muro soga, 1-1 (entre F Y G)	1800	4.05	0.15	2.40	2624.40
Muro soga, 2-2 (entre A Y B)	1800	1.30	0.15	1.10	386.10
Muro soga, 2-2 (entre A Y B)	1800	0.85	0.15	2.40	550.80
Muro soga, 2-2 (entre A Y B)	1800	0.45	0.15	2.40	291.60
Muro soga, 2-2 (entre B Y C)	1800	2.30	0.15	2.40	1490.40
Muro soga, 2-2 (entre E Y F)	1800	3.75	0.15	2.40	2430.00
Muro soga, 2-2 (entre F Y G)	1800	3.70	0.15	2.40	2397.60
Muro soga, 3-3 (entre B Y C)	1800	3.20	0.15	2.40	2073.60
Muro soga, 3-3 (entre C Y D)	1800	4.15	0.15	2.40	2689.20
Muro soga, 3-3 (entre E Y F)	1800	2.85	0.15	2.40	1846.80
Muro soga, 3-3 (entre F Y G)	1800	3.95	0.15	2.40	2559.60
Muro soga, 4-4 (entre A Y B)	1800	1.30	0.15	1.10	386.10
Muro soga, 4-4 (entre A Y B)	1800	0.85	0.15	2.40	550.80
Muro soga, 4-4 (entre A Y B)	1800	0.45	0.15	2.40	291.60
Muro soga, 4-4 (entre B Y C)	1800	2.30	0.15	2.40	1490.40
Muro soga, 4-4 (entre D Y E)	1800	1.20	0.15	0.90	291.60
Muro soga, 4-4 (entre D Y E)	1800	1.85	0.15	2.40	1198.80
Muro soga, 4-4 (entre D Y E)	1800	1.20	0.15	1.30	421.20
Muro soga, 4-4 (entre F Y G)	1800	4.90	0.15	2.40	3175.20
Muro soga, 5-5 (entre A Y B)	1800	2.60	0.15	2.40	1684.80
Muro soga, 5-5 (entre B Y C)	1800	1.00	0.15	2.40	648.00
Muro soga, 5-5 (entre B Y C)	1800	1.20	0.15	2.40	777.60
Muro soga, 5-5 (entre E Y F)	1800	2.95	0.15	2.40	1911.60

<b>DESCRIPCION</b> <b>(...continuación)</b>	<b>P.U.</b>	<b>L</b> <b>muro</b>	<b>b</b> <b>muro</b>	<b>h</b> <b>muro</b>	<b>Total</b>
Muro sogá, 5-5 (entre F Y G)	1800	4.90	0.15	2.40	3175.20
Muro sogá, A-A (entre 1 Y 2)	1800	3.25	0.15	2.50	2193.75
Muro sogá, A-A (entre 4 Y 5)	1800	3.25	0.15	2.50	2193.75
Muro sogá, B-B (entre 2 Y 3)	1800	1.20	0.15	1.10	356.40
Muro sogá, B-B (entre 2 Y 3)	1800	0.80	0.15	2.50	540.00
Muro sogá, B-B (entre 2 Y 3)	1800	0.75	0.15	2.50	506.25
Muro sogá, B-B (entre 3 Y 4)	1800	1.20	0.15	1.10	356.40
Muro sogá, B-B (entre 3 Y 4)	1800	0.75	0.15	2.50	506.25
Muro sogá, B-B (entre 3 Y 4)	1800	0.80	0.15	2.50	540.00
Muro sogá, C-C (entre 1 Y 2)	1800	2.30	0.15	2.50	1552.50
Muro sogá, C-C (entre 2 Y 3)	1800	2.75	0.15	2.50	1856.25
Muro sogá, C-C (entre 3 Y 4)	1800	2.75	0.15	2.50	1856.25
Muro sogá, C-C (entre 4 Y 5)	1800	2.30	0.15	2.50	1552.50
Muro sogá, D-D (entre 1 Y 2)	1800	1.40	0.15	1.10	415.80
Muro sogá, D-D (entre 1 Y 2)	1800	0.75	0.15	2.50	506.25
Muro sogá, D-D (entre 1 Y 2)	1800	1.05	0.15	2.50	708.75
Muro sogá, D-D (entre 2 Y 3)	1800	1.20	0.15	1.10	356.40
Muro sogá, D-D (entre 2 Y 3)	1800	0.45	0.15	2.50	303.75
Muro sogá, D-D (entre 3 Y 4)	1800	1.65	0.15	2.50	1113.75
Muro sogá, D-D (entre 4 Y 5)	1800	2.45	0.15	1.10	727.65
Muro sogá, D-D (entre 4 Y 5)	1800	0.75	0.15	2.50	506.25
Muro sogá, E-E (entre 1 Y 2)	1800	1.30	0.15	1.10	386.10
Muro sogá, E-E (entre 1 Y 2)	1800	0.80	0.15	2.50	540.00
Muro sogá, E-E (entre 1 Y 2)	1800	1.10	0.15	2.50	742.50
Muro sogá, E-E (entre 2 Y 3)	1800	1.25	0.15	1.10	371.25
Muro sogá, E-E (entre 2 Y 3)	1800	1.50	0.15	2.50	1012.50
Muro sogá, E-E (entre 3 Y 4)	1800	1.70	0.15	2.50	1147.50
Muro sogá, E-E (entre 4 Y 5)	1800	1.35	0.15	1.10	400.95
Muro sogá, E-E (entre 4 Y 5)	1800	1.85	0.15	2.50	1248.75
Muro sogá, F-F (entre 1 Y 2)	1800	0.70	0.15	1.90	359.10



Muro sogá, F-F (entre 2 Y 3)	1800	2.75	0.15	2.50	1856.25
<b>DESCRIPCION</b> <b>(...continuación)</b>	<b>P.U.</b>	<b>L</b> <b>muro</b>	<b>b</b> <b>muro</b>	<b>h</b> <b>muro</b>	<b>Total</b>
Muro sogá, F-F (entre 3 Y 4)	1800	1.68	0.15	2.50	1130.63
Muro sogá, F-F (entre 4 Y 5)	1800	0.65	0.15	2.50	438.75
Muro sogá, G-G (entre 1 Y 2)	1800	1.40	0.15	1.10	415.80
Muro sogá, G-G (entre 1 Y 2)	1800	0.80	0.15	2.50	540.00
Muro sogá, G-G (entre 1 Y 2)	1800	1.05	0.15	2.50	708.75
Muro sogá, G-G (entre 2 Y 3)	1800	1.25	0.15	1.10	371.25
Muro sogá, G-G (entre 2 Y 3)	1800	0.80	0.15	2.50	540.00
Muro sogá, G-G (entre 2 Y 3)	1800	0.80	0.15	2.50	540.00
Muro sogá, G-G (entre 3 Y 4)	1800	1.85	0.15	1.10	549.45
Muro sogá, G-G (entre 3 Y 4)	1800	0.50	0.15	2.50	337.50
Muro sogá, G-G (entre 3 Y 4)	1800	0.50	0.15	2.50	337.50
Muro sogá, G-G (entre 4 Y 5)	1800	1.65	0.15	1.10	490.05
Muro sogá, G-G (entre 4 Y 5)	1800	0.80	0.15	2.50	540.00
Muro sogá, G-G (entre 4 Y 5)	1800	0.80	0.15	2.50	540.00
Muro sogá, entre 1 Y 2 (entre B Y C)	1800	1	0.15	2.6	702
Muro sogá, entre 1 Y 2 (entre B Y C)	1800	1	0.15	2.6	702
Muro sogá, entre 1 Y 2 (entre B Y C)	1800	0.55	0.15	2.6	386.1
Muro sogá, entre 1 Y 2 (entre C Y D)	1800	3.4	0.15	2.4	2203.2
Muro sogá, entre 1 Y 2 (entre E Y F)	1800	0.75	0.15	2.6	526.5
Muro sogá, entre 1 Y 2 (entre F Y G)	1800	1	0.15	2.6	702
Muro sogá, entre 1 Y 2 (entre F Y G)	1800	1.6	0.15	2.6	1123.2
Muro sogá, entre 2 Y 3 (entre B Y C)	1800	0.65	0.15	2.6	456.3
Muro sogá, entre 2 Y 3 (entre D Y E)	1800	1.15	0.15	1.1	341.55
Muro sogá, entre 2 Y 3 (entre D Y E)	1800	1.15	0.15	1.1	341.55
Muro sogá, entre 2 Y 3 (entre F Y G)	1800	1.35	0.15	2.6	947.7
Muro sogá, entre 3 Y 4 (entre B Y C)	1800	0.65	0.15	2.6	456.3
Muro sogá, entre 3 Y 4 (entre E Y F)	1800	2.85	0.15	2.6	2000.7
Muro sogá, entre 4 Y 5 (entre B Y C)	1800	1	0.15	2.6	702
Muro sogá, entre 4 Y 5 (entre B Y C)	1800	1	0.15	2.6	702
Muro sogá, entre 4 Y 5 (entre B Y C)	1800	0.55	0.15	2.6	386.1

DESCRIPCION (...continuación)	P.U.	L muro	b muro	h muro	Total
Muro sogá, entre 4 Y 5 (entre C Y D)	1800	3.55	0.15	2.4	2300.4
Muro sogá, entre 4 Y 5 (entre E Y F)	1800	1.05	0.15	1.9	538.65
Muro sogá, entre 4 Y 5 (entre E Y F)	1800	1.7	0.15	2.6	1193.4
Muro sogá, entre 4 Y 5 (entre F Y G)	1800	1.35	0.15	2.6	947.7
Muro sogá, entre B Y C (entre 1 Y 2)	1800	0.65	0.15	1.9	333.45
Muro sogá, entre B Y C (entre 1 Y 2)	1800	2.45	0.15	2.6	1719.9
Muro sogá, entre B Y C (entre 4 Y 5)	1800	0.65	0.15	1.9	333.45
Muro sogá, entre B Y C (entre 4 Y 5)	1800	2.45	0.15	2.6	1719.9
Muro sogá, entre E Y F (entre 1 Y 2)	1800	2.5	0.15	2.6	1755
Muro sogá, entre E Y F (entre 1 Y 2)	1800	0.7	0.15	2.6	491.4
Muro sogá, entre E Y F (entre 4 Y 5)	1800	0.75	0.15	1.9	384.75
Muro sogá, entre E Y F (entre 4 Y 5)	1800	1.1	0.15	2.6	772.2
Muro sogá, entre F Y G (entre 1 Y 2)	1800	0.85	0.15	1.9	436.05
Muro sogá, entre F Y G (entre 1 Y 2)	1800	1.6	0.15	2.6	1123.2
Muro sogá, entre F Y G (entre 1 Y 2)	1800	1.6	0.15	2.6	1123.2
Muro sogá, entre F Y G (entre 1 Y 2)	1800	0.7	0.15	2.6	491.4
Muro sogá, entre F Y G (entre 2 Y 3)	1800	1.95	0.15	2.6	1368.9
Muro sogá, entre F Y G (entre 4 Y 5)	1800	1.85	0.15	2.6	1298.7

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.7 Modelación en SAP2000 V.19

#### Paso 1: Definir unidades

Se ejecuta el programa SAP2000.v19. Se selecciona las unidades iniciales en las que deseamos trabajar (kgf, m, C). Esta opción se encuentra en la parte inferior derecha de la pantalla principal de SAP2000.

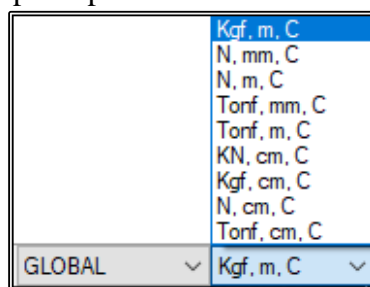


Figura 24: Ubicación de unidades en SAP2000.  
Fuente: SAP2000 V.19

## Paso 2: Selección de modelo

Del menú principal (parte superior), se elige la opción de **File/New Model**. Esta acción llevará a la ventana de **New Model**, se selecciona la plantilla **3D Frames**. Esto conducirá a la siguiente ventana o pantalla. Se selecciona la plantilla 3D Frames y en la siguiente ventana clic en aceptar.

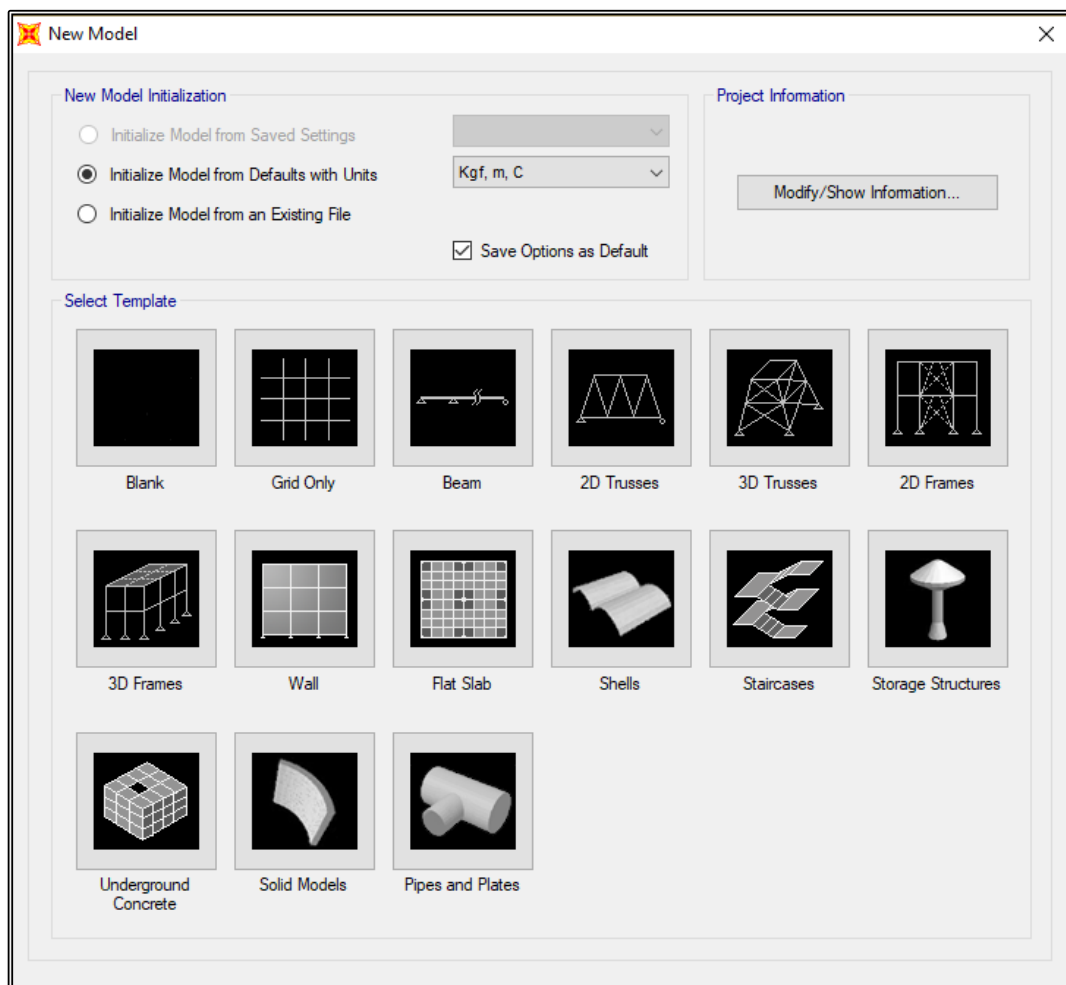


Figura 25: Ventana de Nuevo modelo.  
Fuente: SAP2000 V.19

Aparece el menú **define/coordinate systems-grid**, en la ventana **coordinate/grid systems**, vamos a **modify/show system**, se edita los espacios para graficar la grilla tanto en X, Y, Z, como se muestra a continuación:

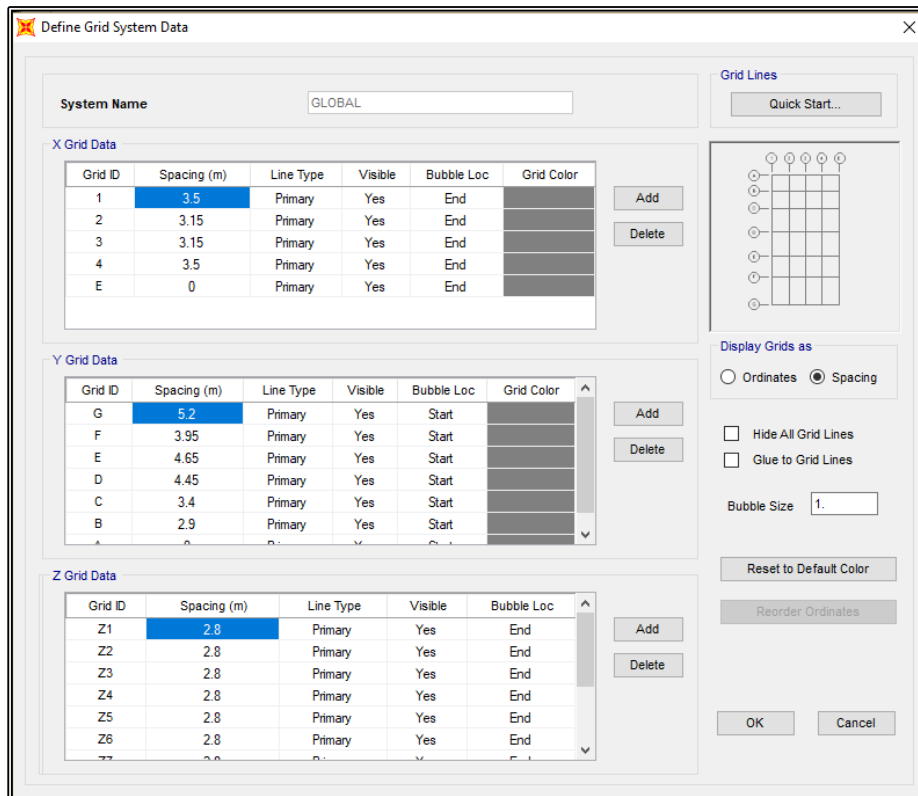


Figura 26: Ventana para la edición de grilla.

Fuente: SAP2000 V.19

### Paso 3: Definición de las condiciones de apoyos

Se selecciona los apoyos y en **menú/assign joint restraints** se selecciona el apoyo o soporte fijo (fixed) que restringe los desplazamientos y rotaciones en todas las direcciones.

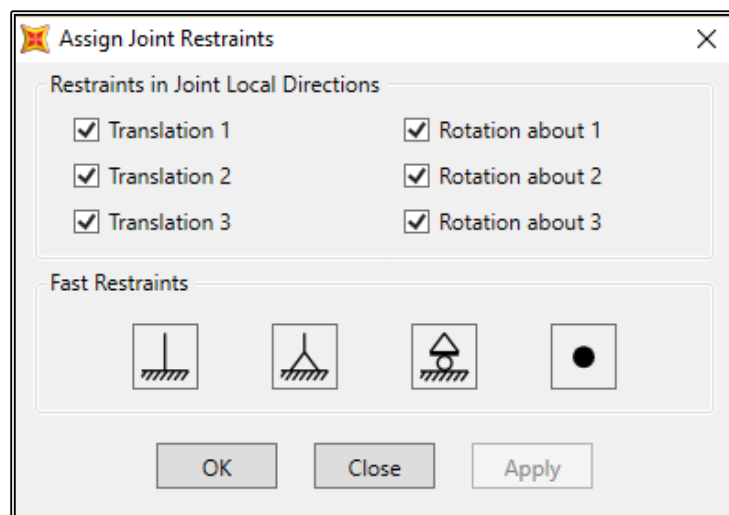


Figura 27: Tipo de restricciones en los apoyos.

Fuente: SAP2000 V.19

#### Paso 4: Definición de propiedades de los materiales

Se verifica que las unidades con las que se especifican las propiedades sean las adecuadas. Definimos el material tipo concreto. Para definir las propiedades de los materiales, se selecciona **Menú/Define/Materials** como se muestra en la figura:

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box with the following values:

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	CONCRETO280
	Material Type	Concrete
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	2400.
	Mass per Unit Volume	244.7319
Units	Units	Kgf, m, C
Isotropic Property Data	Modulus of Elasticity, E	2.510E+09
	Poisson, U	0.15
	Coefficient of Thermal Expansion, A	9.900E-06
	Shear Modulus, G	1.091E+09
Other Properties for Concrete Materials	Specified Concrete Compressive Strength, f'c	2800000.
	Expected Concrete Compressive Strength	2800000.
	Lightweight Concrete	<input type="checkbox"/>
	Shear Strength Reduction Factor	

Figura 28: Propiedades del Concreto f'c.

Fuente: SAP2000 V.19

#### Paso 5: Definición de las secciones de los elementos vigas y columnas

Para definir las secciones de los elementos, se selecciona **menú/Define/Section Properties/Frame Sections**, en el cual se edita las dimensiones de la sección transversal de los elementos como columna, viga y asignamos el tipo de material.

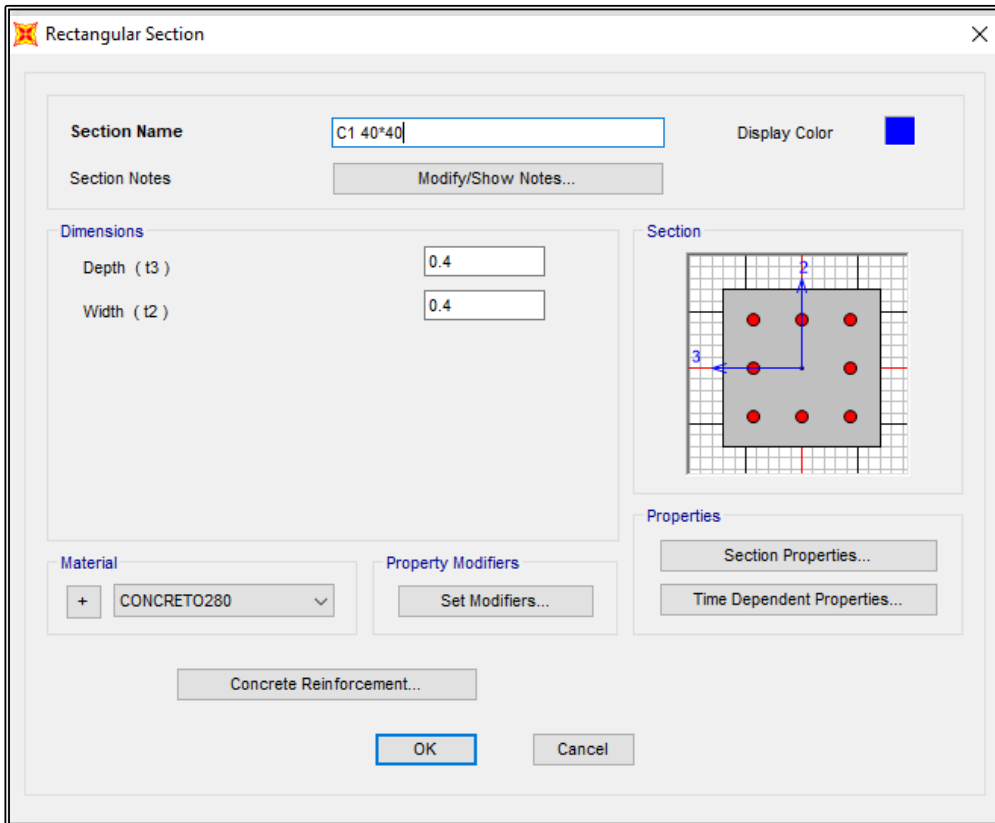


Figura 29: Características de la sección Columna C1.

Fuente: SAP2000 V.19

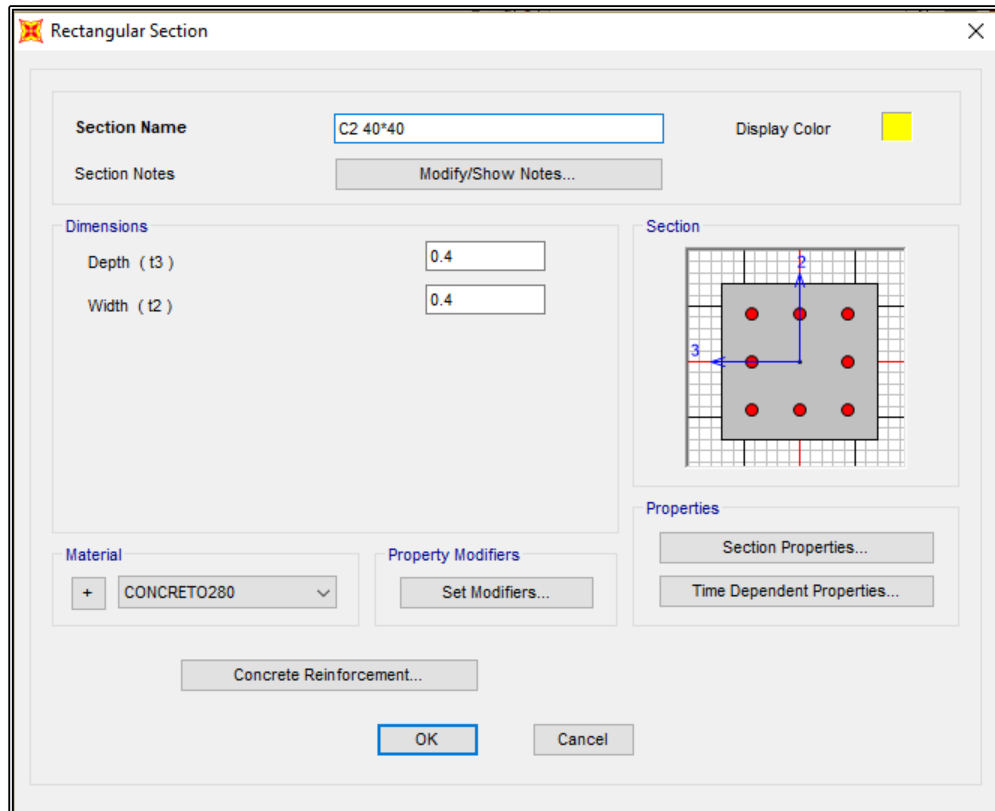


Figura 30: Características de la sección Columna C2.

Fuente: SAP2000 V.19

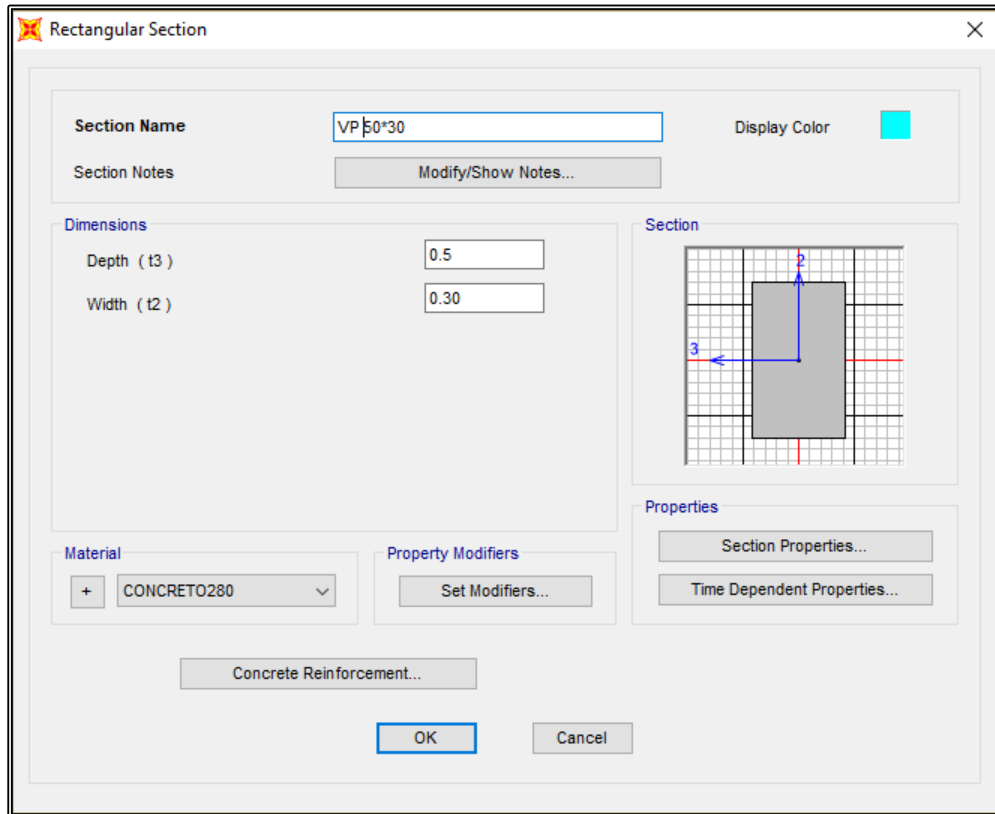


Figura 31: Características de la sección viga principal VP.

Fuente: SAP2000 V.19

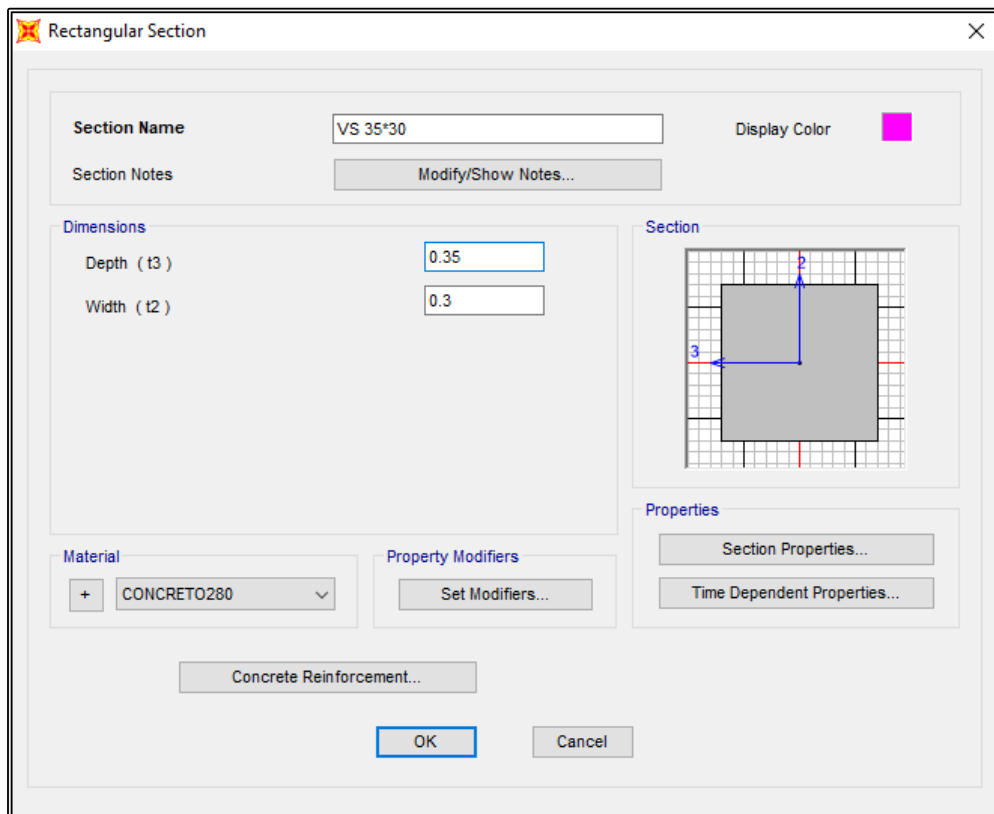


Figura 32: Características de la sección viga secundaria VS.

Fuente: SAP2000 V.19

### Paso 6: Definición de las secciones de losa aligerada y placas

Para dibujar la losa se selecciona **menu/define/section properties/area sections** creamos elementos de tipo **shell** y editamos el espesor de la losa relacionando las inercias de ambas losas que se muestran en la Figura 33.

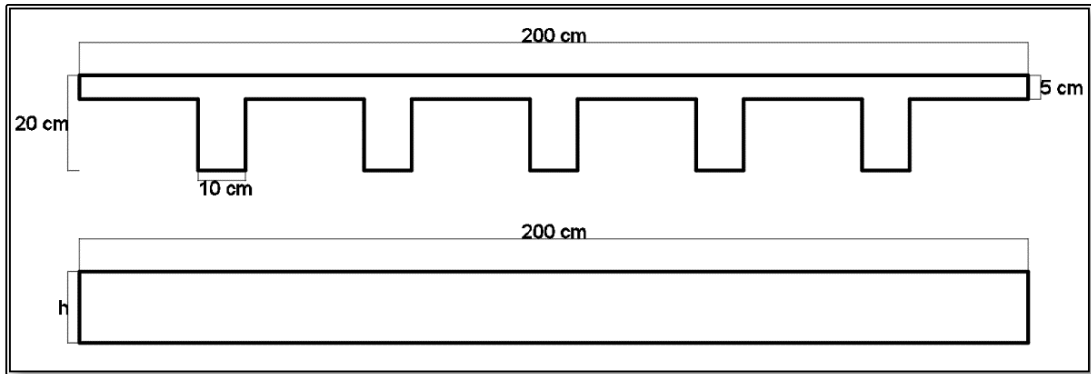


Figura 33: Relación de Inercias de la losa aligerada.

Fuente: SAP2000 V.19

$$I_{xx} = \frac{bh^3}{12} = \frac{200h^3}{12} = 59002.976$$

$$h = 15.241\text{cm}$$

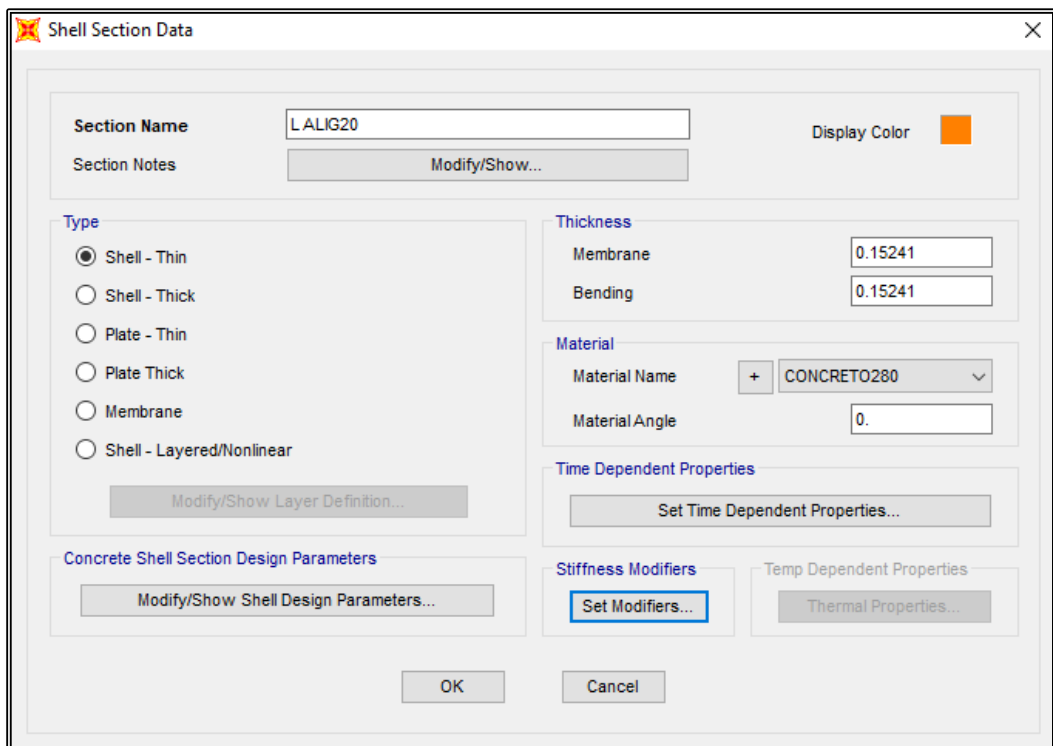




Figura 34: Características de la sección losa aligerada LALIG20.

Fuente: SAP2000 V.19

The screenshot shows the 'Shell Section Data' dialog box for section 'PLACA20'. The 'Section Name' field contains 'PLACA20' and the 'Display Color' is a magenta square. The 'Type' section has radio buttons for 'Shell - Thin', 'Shell - Thick', 'Plate - Thin', 'Plate Thick', 'Membrane', and 'Shell - Layered/Nonlinear'. The 'Thickness' section has input fields for 'Membrane' (0.25) and 'Bending' (0.25). The 'Material' section has a dropdown for 'Material Name' set to 'CONCRETO280' and an input for 'Material Angle' (0). There are buttons for 'Modify/Show Layer Definition...', 'Set Time Dependent Properties...', 'Modify/Show Shell Design Parameters...', 'Set Modifiers...', and 'Thermal Properties...'. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Figura 35: Características de la sección placa PLACA20.

Fuente: SAP2000 V.19

The screenshot shows the 'Shell Section Data' dialog box for section 'LESCALERA'. The 'Section Name' field contains 'LESCALERA' and the 'Display Color' is a magenta square. The 'Type' section has radio buttons for 'Shell - Thin', 'Shell - Thick', 'Plate - Thin', 'Plate Thick', 'Membrane', and 'Shell - Layered/Nonlinear'. The 'Thickness' section has input fields for 'Membrane' (0.15) and 'Bending' (0.15). The 'Material' section has a dropdown for 'Material Name' set to 'CONCRETO280' and an input for 'Material Angle' (0). There are buttons for 'Modify/Show Layer Definition...', 'Set Time Dependent Properties...', 'Modify/Show Shell Design Parameters...', 'Set Modifiers...', and 'Thermal Properties...'. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Figura 36: Características de la sección losa escalera LESCALERA.

Fuente: SAP2000 V.19

**Paso 7: Dibujar los elementos estructurales**

Finalmente, se obtiene todas las secciones entre (columnas, vigas principales, vigas secundarias, losas, placas) cada uno con su respectivo tipo de material.

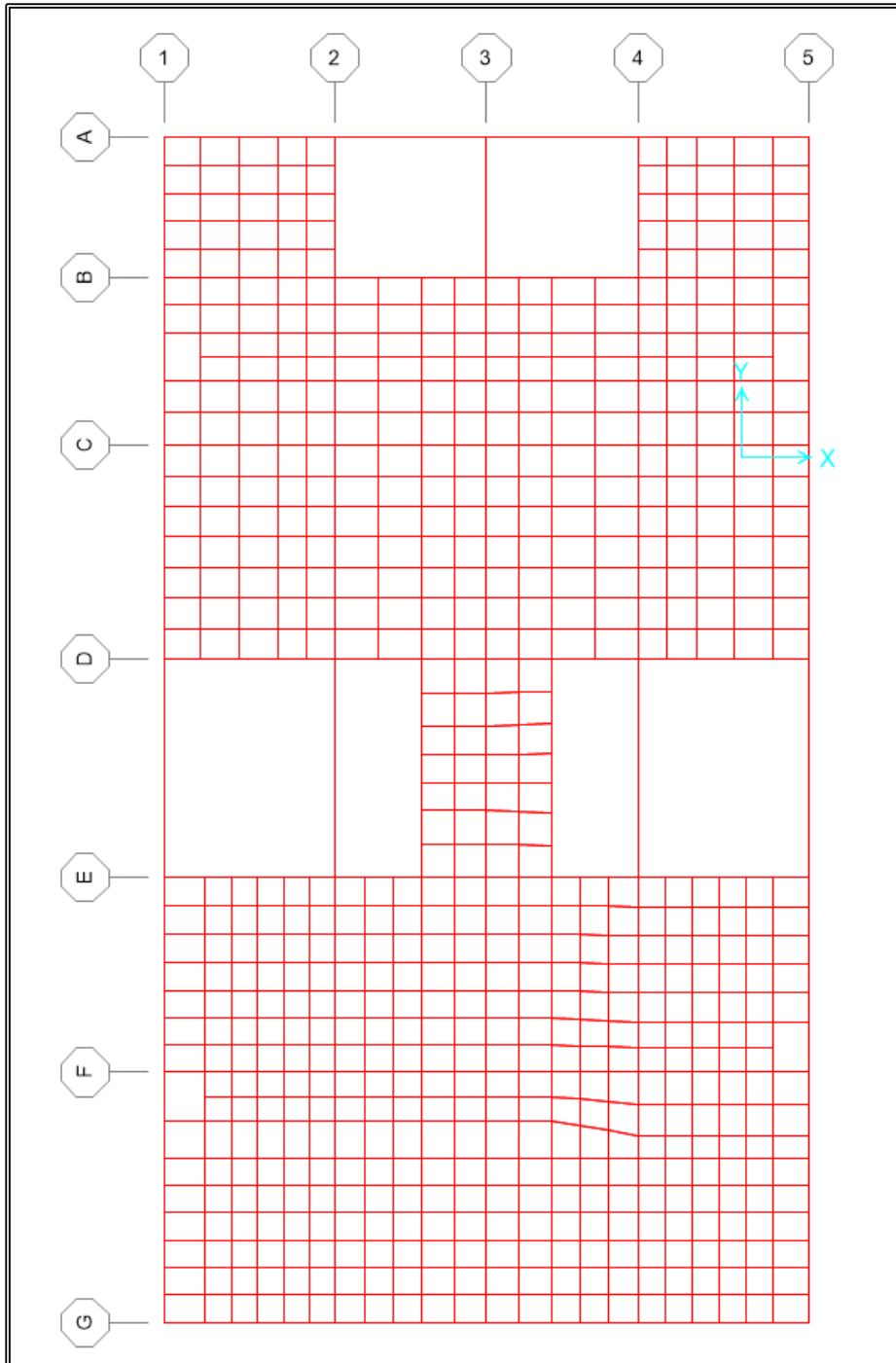


Figura 37: Dibujo vigas, columnas placas y losas.

Fuente: SAP2000 V.19

## Paso 8: Definir sistemas de cargas

Antes de aplicar las cargas al modelo es necesario definir los sistemas de cargas (Muerta, Techo, Viva, Sismo). En donde: Carga muerta (PESO PROPIO), Carga muerta no estructural (PESO MURO Y ACABADO), Carga de techo (VIVATECHO), Carga viva (VIVA), Carga de sismo (SISMO). Para ello seleccionamos **menú/define/load patterns** y editamos los sistemas de carga, como se muestra en la figura.

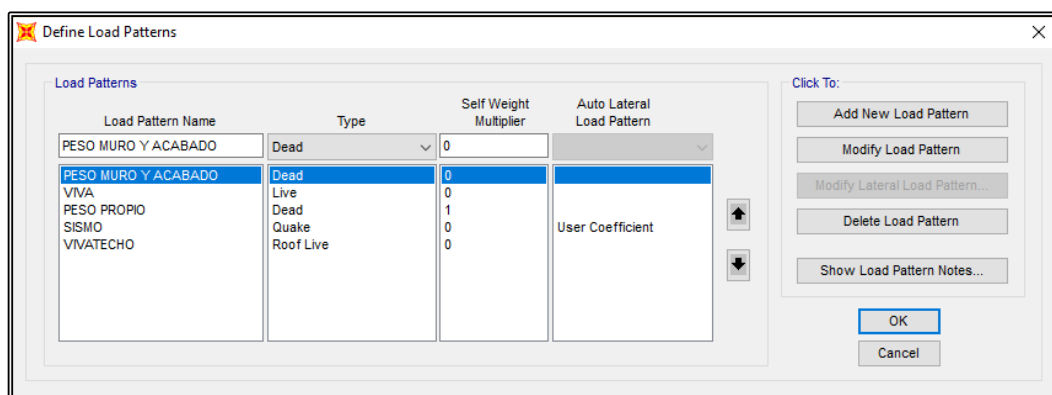


Figura 38: Definición de los patrones de carga.

Fuente: SAP2000 V.19

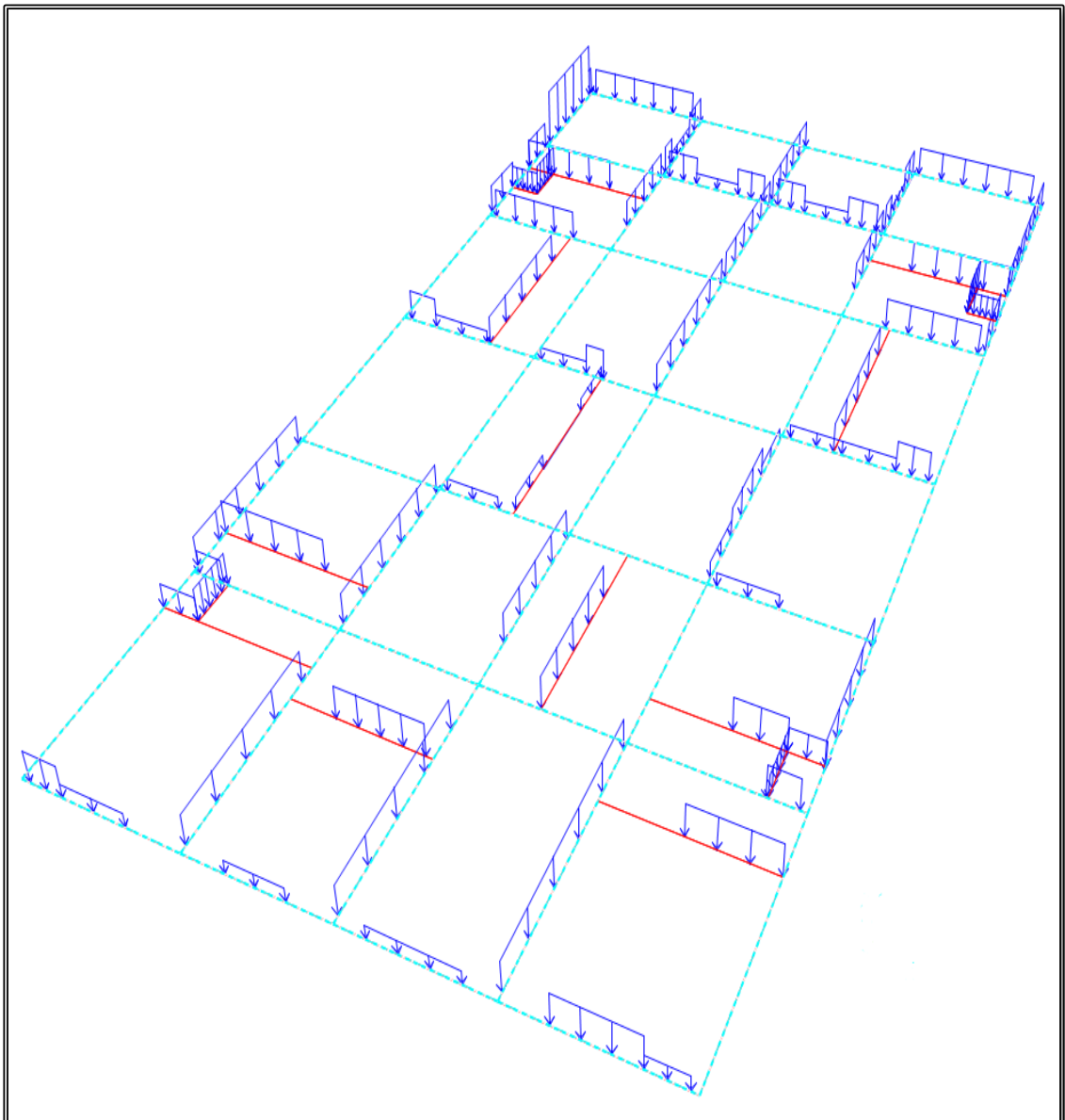
## Paso 9: Asignar las cargas a la estructura

Se selecciona **menú/assign/frame loads** y **menú/assign/area loads**, y se asigna las cargas las distribuidas. Tal como se muestra en la Figura 39.

Asignación de Carga muerta: De acuerdo a las cargas debidas al peso de los muros, previamente se realizó el metrado de carga muerta, detallado en la Tabla 27,

Asignación de Carga Viva: se asigna las cargas de acuerdo al uso del edificio.

Asignación de Carga de techo: Por último, se asigna la carga respectiva de techo.



*Figura 39: Cargas muertas de muros asignadas al modelo.*

*Fuente: SAP2000 V.19*

### **Paso 10: Definir brazos rígidos para vigas y columnas**

Para modelar la unión de las columnas con las vigas en nuestro modelo, se asigna los brazos rígidos, seleccionando **assign/frame/end (length) offsets**, asignando a todas las vigas, tal como se muestra en la siguiente imagen.

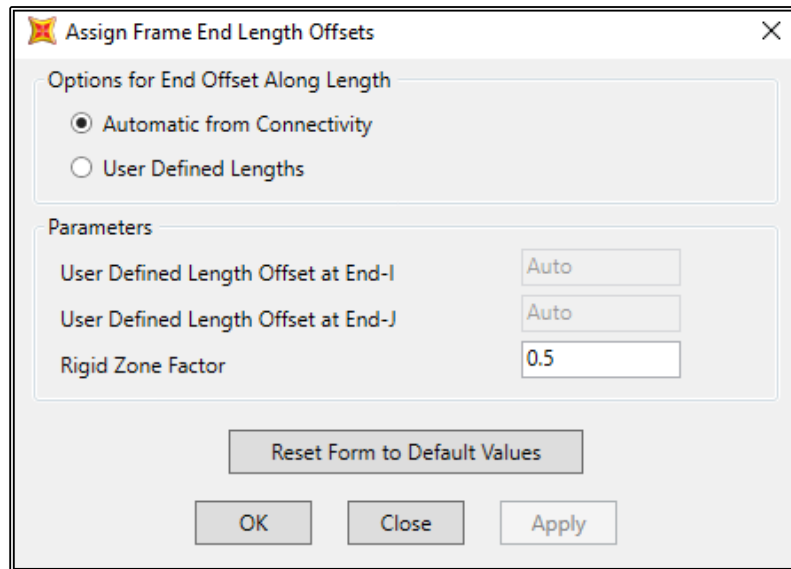


Figura 40: Asignación de brazos rígidos.  
Fuente: SAP2000 V.19

### Paso 11: Definir diafragmas rígidos de entrepiso

Se consideró en el modelo diafragmas rígidos en el plano horizontal, haciendo uso de la opción **Diafragma constraint**, con lo que se estaría considerando el movimiento de los nudos de una manera dependiente por nivel del centro de masas de dicho nivel.

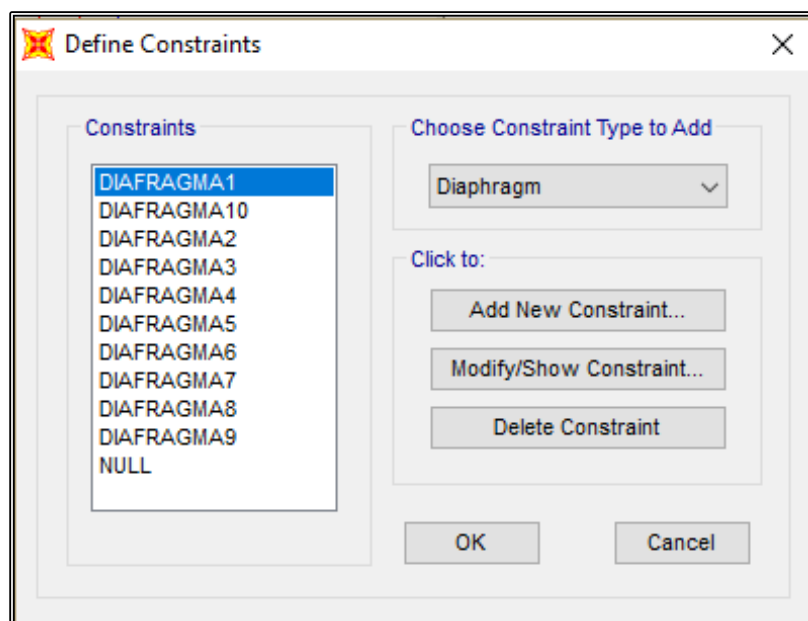


Figura 41: Definición de limitación del diafragma.

Fuente: SAP2000 V.19

### Paso 12: Definir la masa de la infraestructura

Para definir la masa en nuestro modelo se selecciona **Define/Mass Source**, en el cual editamos de acuerdo a lo señalado en las normas sísmicas estudiadas.

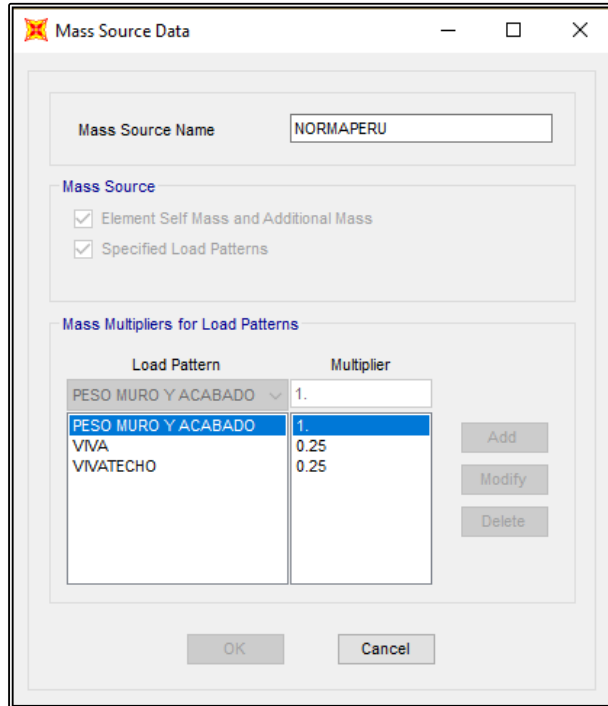


Figura 42: Definir la fuente de masa del modelo para Perú.

Fuente: SAP2000 V.19

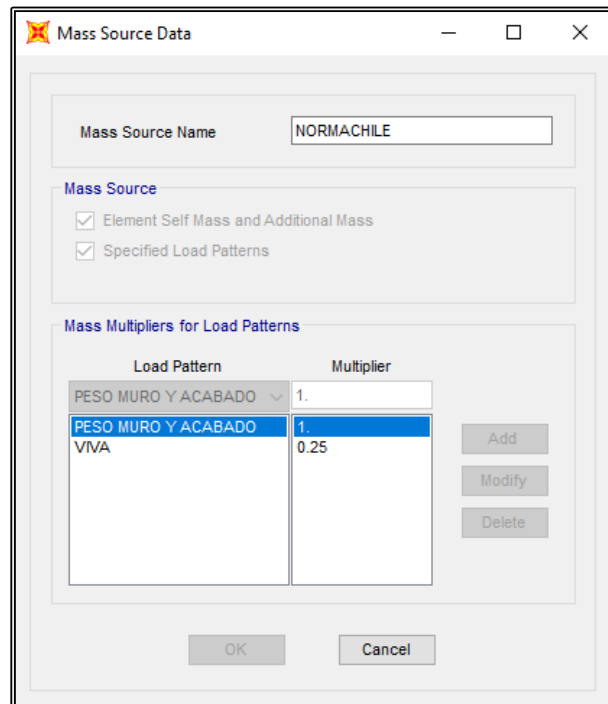


Figura 43: Definir la fuente de masa del modelo para Chile.  
Fuente: SAP2000 V.19

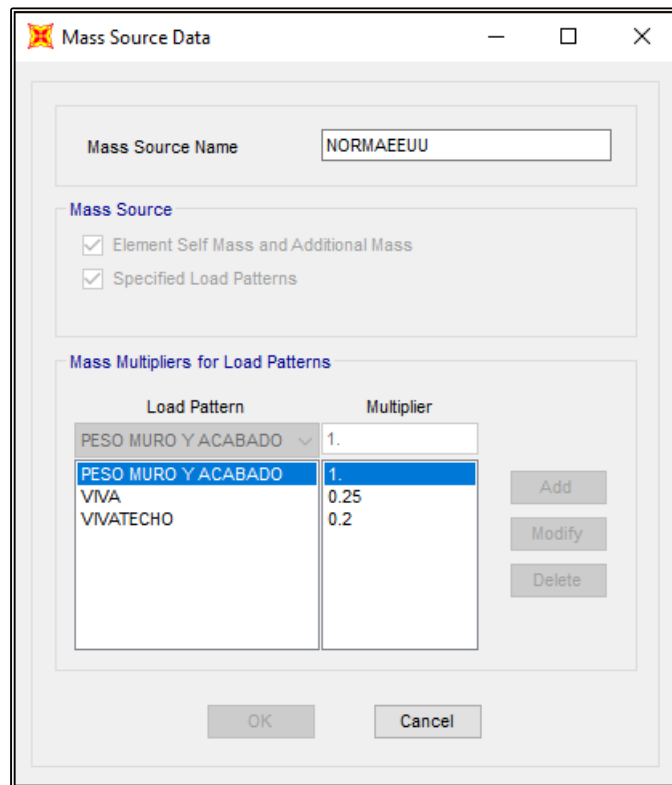
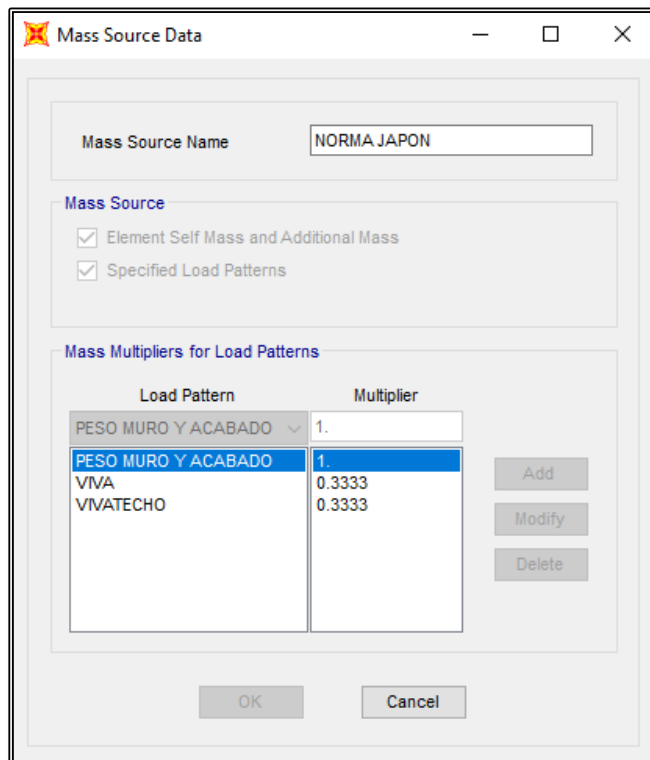


Figura 44: Definir la fuente de masa del modelo para EEUU.  
Fuente: SAP V.19

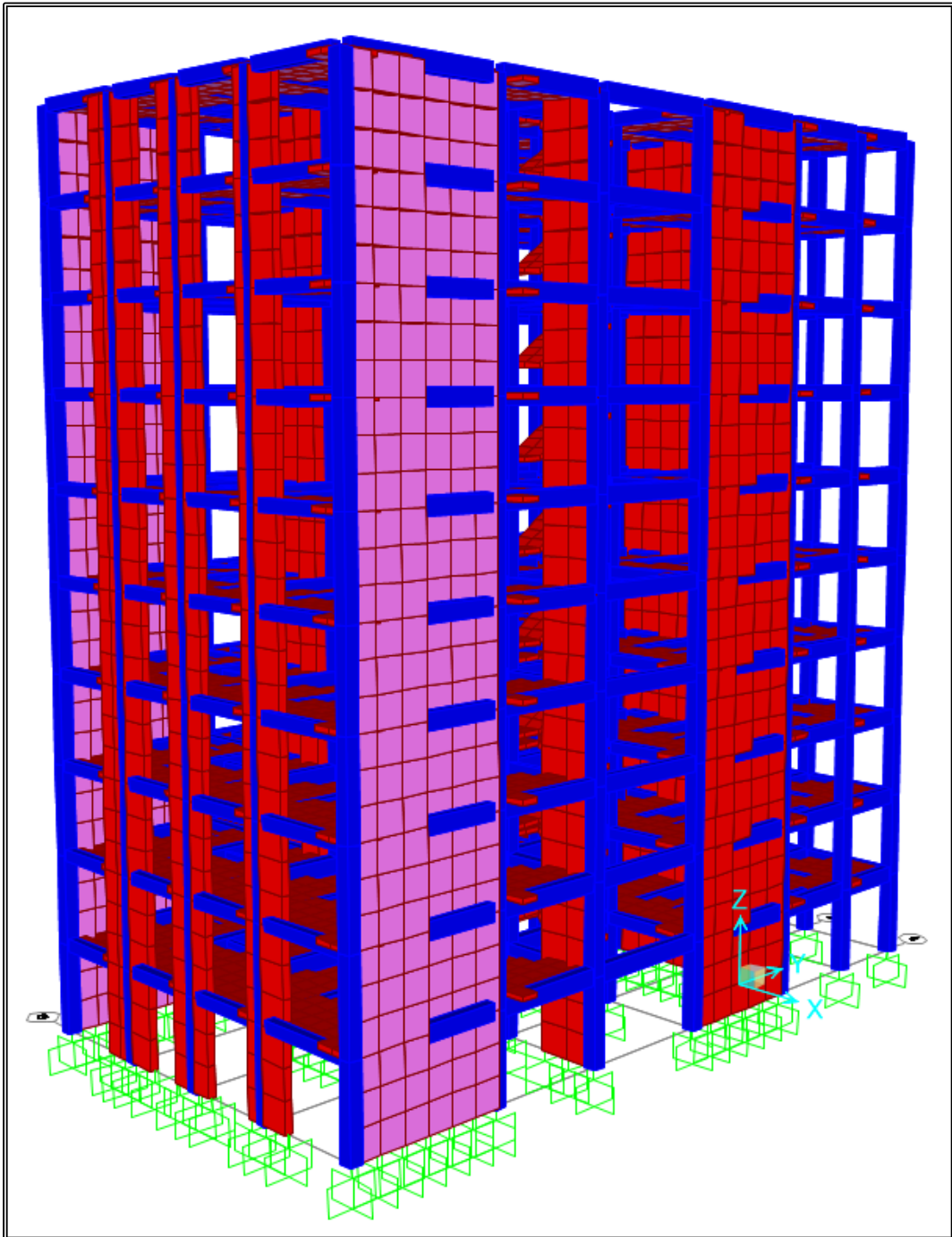


*Figura 45: Definir la fuente de masa del modelo para Japón.*

*Fuente: SAP2000 V.19*

### **Paso 13: Modelo de la infraestructura**

Finalmente, se obtiene el modelamiento de la edificación, mostrado a continuación:



*Figura 46: Modelo de la Infraestructura.*

*Fuente: SAP2000 V.19*



### 3.4.8 Parámetros comunes de las normas sísmicas

#### 3.4.8.1 Factor de suelo

Se consideran tres tipos de suelo: suelo duro, suelo medio y suelo blando.

*Tabla 28: Clasificación de los perfiles de suelo en Perú*

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO				
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$	
$S_0$	Roca Dura	> 1500 m/s	-	-
$S_1$	Suelos muy rígidos	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
$S_2$	Suelos Intermedios	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
$S_3$	Suelos Blandos	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
$S_4$	Suelos Especiales	Clasificación basada en el EMS		

*Fuente: (E.030, 2016)*

*Tabla 29: Clasificación sísmica del terreno de fundación en Chile*

VALORES TIPO DE SUELO					
SUELO TIPO	$V_{s30}$ (m/s)	RQD	$q_u$ (MPa)	$N_1$ (golpes/pie)	$S_u$ (MPa)
A	Roca, Suelo cementado	$\geq 900$	$\geq 50\%$	$\geq 1.0$ ( $\varepsilon_{qu} \leq 2\%$ )	
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	$\geq 500$		$\geq 0.4$ ( $\varepsilon_{qu} \leq 2\%$ )	$\geq 50$
C	Suelo denso o firme	$\geq 350$		$\geq 0.3$ ( $\varepsilon_{qu} \leq 2\%$ )	$\geq 40$
D	Suelo medianamente denso, o firme	$\geq 180$			$\geq 30$ $\geq 0.05$
E	Suelo de compacidad, o consistencia mediana	$\geq 180$			$\geq 20$ < 0.05
F	Suelos especiales	*	*	*	*

Fuente: (NCh433, 2012)

Tabla 30: Clasificación de sitio en Estados Unidos

CLASIFICACIÓN DE SUELO				
TIPO DE SUELO		$\bar{V}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u$
A	Roca dura	> 1500 m/s	NA	NA
B	Roca	750 m/s a 1500 m/s	NA	NA
C	Suelo muy denso y roca Suave	360 m/s a 750 m/s	> 50	> 100 kN/m <sup>2</sup>
D	Suelo rígido	180 a 360 m/s	15 a 50	50 a 100 kN/m <sup>2</sup>
E	Suelo de arcilla suave	< 180 m/s	< 15	< 50 kN/m <sup>2</sup>
F	Suelos Que Requieren Análisis De Respuesta Del Sitio			

Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)

Tabla 31: Características de suelo Japón

PERFIL DE SUELO	CARACTERÍSTICAS DE SUELO	$T_c$
Tipo I Suelo Duro	Suelo compuesto de roca, grava arenosa dura, etc. clasificados como más antiguos. o cualquier otro suelo que se muestra en un estudio especial que posee un período natural similar a los suelos anteriores.	0.4
Tipo II Suelo Medio	Otros tipos que no sean suelos duros o suelos suaves	0.6
Tipo III Suelo Blando	Aluvión que consiste en depósitos blandos, tierra vegetal, lodo o similares (incluidos los rellenos) cuya profundidad es de 30 metros o más, tierras recuperadas de pantanos donde la profundidad del suelo es de 3 metros o más y donde no han transcurrido 30 años desde el momento de recuperación.	0.8

Fuente: (BSLJ, 2000)

### 3.4.8.2 Sistema estructural

El tipo de sistema estructural para Perú según (E.030, 2016) se considera: en la dirección X se considera como Sistema Dual, puesto que la fuerza cortante que toman los pórticos es por lo menos el 30% de la fuerza cortante en la base, en la dirección Y, se

considera como Sistema de Muros estructurales, porque actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.

El tipo de sistema estructural para Chile según (NCh433, 2012) es Sistema Mixto, porque las cargas gravitacionales y sísmicas son resistidas por una combinación de los sistemas de pórticos y muros.

El tipo de sistema estructural para EEUU, según (IBC/ASCE7, 2016) se considera: en la dirección X-X como sistema Dual y en la dirección Y-Y se considera como muros estructurales.

Se realiza la verificación del tipo de sistema estructural en el Anexo C.

### 3.4.8.3 Periodo fundamental de vibración

Se considerará el mismo periodo fundamental de vibración para todas las normas sísmicas, ya que es el periodo con mayor masa traslacional en todos los casos.

Se desarrolla el periodo fundamental para cada caso y finalmente se elegirá el período más crítico y real. Donde para todos los casos, la altura de la edificación es 28 m.

- Para la norma sísmica de Perú:

*Tabla 32: Valor adoptado para  $C_T$*

<b>PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN</b>	
$C_T = 35$	Pórticos
$T = \frac{h_n}{C_T}$	$C_T = 45$ Pórticos con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
$C_T = 60$	Sistema dual, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

*Fuente: (E.030, 2016)*

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{28}{60} = 0.467 \text{ s}$$

- Para la norma sísmica de Estados Unidos:

**Tabla 33: Valores adoptados del parámetro  $C_t$  y  $x$  para Estados Unidos**

TIPO DE ESTRUCTURA	$C_t$	$x$
Pórticos de concreto	0.0466	0.9
Pórticos de acero	0.0724	0.8
Otros sistemas estructurales	0.0488	0.75

Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)

$$T_a = C_t h_n^x = 0.0488 \times 28^{0.75} = 0.594 \text{ s}$$

- Para la norma sísmica de Japón:

$$T = h(0.02 + 0.01\lambda) \text{ donde } \lambda = 0.0 \text{ (concreto)}$$

$$T = h(0.02) = 0.560 \text{ s}$$

- Según modelación por SAP2000 V.19:

**Tabla 34: Periodo fundamental de vibración en dirección X,**

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless
MODAL	Mode	1	0.530929	0.668	0.02	1.912E-05
MODAL	Mode	2	0.506094	0.009137	0.628	0.0001991
MODAL	Mode	3	0.479452	0.035	0.051	7.689E-06
MODAL	Mode	4	0.272818	8.98E-06	7.932E-07	0.0005145

Fuente: SAP2000 .19

Se adopta finalmente el periodo fundamental de vibración de cada dirección de la estructura para todas las normas sísmicas estudiadas:

$$T_x = 0.531 \text{ s}$$

$$T_y = 0.506 \text{ s}$$

### 3.4.8.4 Peso de la edificación

La estimación del peso total de la estructura será determinada por:

*Tabla 35: Carga Muerta, Carga Viva y carga de Techo de la estructura*

OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX Kgf	GlobalFY Kgf	GlobalFZ Kgf
CM	Combination		1.63E-06	-3.422E-06	3986684.66
CV	Combination		3.912E-07	-4.11E-07	485550.5
CVT	Combination		8.161E-09	-2.468E-08	26021.75

*Fuente SAP2000 V.19*

Entonces:

Peso Carga Muerta: CM = 3986685 kgf

Peso Carga Viva: CV = 485551 kgf

Peso Carga Viva de techo: CVT = 26022 kgf

### 3.4.9 Fuerza cortante en la base de las normas sísmicas

#### 3.4.9.1 Fuerza cortante en la base de Perú

Se determina la fuerza cortante en la base para la norma peruana (E.030, 2016), mediante la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

El factor de suelo S, depende del tipo de zona y tipo de suelo, como la investigación consideró tres tipos de suelo (rígido, intermedio y blando) y todas las zonas sísmicas. La parte sombreada de la Tabla 36 y Tabla 37 define los parámetros de sitio utilizados en el análisis.

**Tabla 36: Parámetros de Sitio según Z y S**

<b>FACTOR DE SUELO “S”</b>				
<b>ZONA</b>	<b>S<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>3</sub></b>
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: (E.030, 2016)

**Tabla 37: Parámetros de sitio TP Y TL**

<b>PERÍODOS “TP” Y “TL”</b>				
	<b>S<sub>0</sub></b>	<b>S<sub>1</sub></b>	<b>S<sub>2</sub></b>	<b>S<sub>3</sub></b>
T <sub>P</sub> (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T <sub>L</sub> (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: (E.030, 2016)

El factor de uso o importancia que pertenece a la edificación con categoría C es:

**Tabla 38: Factor de importancia U**

<b>CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”</b>		
<b>CATEGORÍA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>U</b>
A	Edificaciones Esenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1.0
D	Edificaciones temporales	(*)

Fuente: (E.030, 2016)

Se determina el coeficiente básico de reducción para el sistema estructural tipo dual en dirección X y tipo muros estructurales en dirección Y:

**Tabla 39 Coeficiente Básico de Reducción  $R_0$**

<b>SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	<b><math>R_0</math></b>
Pórticos	8
Dual	7
Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4

*Fuente: (E.030, 2016)*

El edificio presenta irregularidades en planta y se define en la parte sombreada de la Tabla 40, no presenta irregularidades en altura.

**Tabla 40: Factor de Irregularidad en altura  $I_a$**

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</b>	<b>Factor de Irregularidad <math>I_a</math></b>
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50
Irregularidad Extrema de Resistencia	0.90
Irregularidad de Masa o Peso	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
Discontinuidad Extrema en los Sistemas Resistentes	0.60

*Fuente: (E.030, 2016)*

**Tabla 41: Factor de Irregularidad en planta  $I_p$**

<b>IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA</b>	<b>Factor de Irregularidad <math>I_p</math></b>
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.60
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad del Diafragma	0.85
Sistemas no Paralelos	0.90

*Fuente: (E.030, 2016)*

Se adopta el menor valor cuando existe más de una irregularidad estructural, en este caso el factor de Irregularidad  $I_p$  será: 0.85. factor de irregularidad  $I_a=1.0$ .

El periodo fundamental de vibración para cada dirección x,y detallado anteriormente en 3.4.8.3 es:

$$T_x = 0.531 s$$

$$T_y = 0.506 s$$

El factor de amplificación sísmica C se determina a continuación:

**Tabla 42: Factor de Amplificación Sísmica C**

<b>FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA (C)</b>		
$T < T_p$	$T_p < T < T_L$	$T_L < T$
$C = 2.5$	$C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$	$C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

Fuente: (E.030, 2016)

El peso total de la edificación para estructuras con categoría C, se calcula con la siguiente tabla:

**Tabla 43: Estimación del Peso**

<b>ESTIMACIÓN DEL PESO (P)</b>	
<b>EDIFICACIONES</b>	<b>% CARGA VIVA</b>
Categoría A y B	50 %
Categoría C	25 %
Depósitos	80 %
Azoteas y techos en general	25 %
Tanques, Silos y similares	100 %

Fuente: (E.030, 2016)

A continuación, se determina la fuerza cortante en la base, estático y dinámico, para cada tipo de suelo.



Tabla 44: Fuerza cortante estático – Suelo rígido

FUERZA CORTANTE PARA SUELO RÍGIDO - PERÚ								
PARÁMETROS	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
CM	3986684.66		3986684.66		3986684.66		3986684.66	
CV	485550.50		485550.50		485550.50		485550.50	
CVT	26021.75		26021.75		26021.75		26021.75	
P	4114577.72kgf		4114577.72kgf		4114577.72kgf		4114577.72kgf	
Z	<b>0.10</b>		<b>0.25</b>		<b>0.35</b>		<b>0.45</b>	
U	1.00		1.00		1.00		1.00	
S	1.00		1.00		1.00		1.00	
TP	0.40		0.40		0.40		0.40	
TI	2.50		2.50		2.50		2.50	
T	0.531	0.506	0.531	0.506	0.531	0.506	0.531	0.506
C	1.883	1.976	1.883	1.976	1.883	1.976	1.883	1.976
R0	7.00	6.00	7.00	6.00	7.00	6.00	7.00	6.00
Ia	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ip	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
R	5.95	5.10	5.95	5.10	5.95	5.10	5.95	5.10
V	<b>130230.82Kgf</b>	<b>159442.68Kgf</b>	<b>325577.06Kgf</b>	<b>398606.69Kgf</b>	<b>455807.88Kgf</b>	<b>558049.37Kgf</b>	<b>586038.70Kgf</b>	<b>717492.05Kgf</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Fuerza cortante estático – Suelo intermedio.

FUERZA CORTANTE PARA SUELO INTERMEDIO - PERÚ								
PARÁMETROS	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
CM	3986684.66		3986684.66		3986684.66		3986684.66	
CV	485550.50		485550.50		485550.50		485550.50	
CVT	26021.75		26021.75		26021.75		26021.75	
P	4114577.72kgf		4114577.72kgf		4114577.72kgf		4114577.72kgf	
Z	<b>0.10</b>		<b>0.25</b>		<b>0.35</b>		<b>0.45</b>	
U	1.00		1.00		1.00		1.00	
S	1.60		1.20		1.15		1.05	
TP	0.60		0.60		0.60		0.60	
TI	2.00		2.00		2.00		2.00	
T	0.531	0.506	0.531	0.506	0.531	0.506	0.531	0.506
C	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
R0	7.00	6.00	7.00	6.00	7.00	6.00	7.00	6.00
Ia	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ip	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
R	5.95	5.10	5.95	5.10	5.95	5.10	5.95	5.10
V	<b>276610.27Kgf</b>	<b>322711.98Kgf</b>	<b>518644.25Kgf</b>	<b>605084.96Kgf</b>	<b>695847.70Kgf</b>	<b>811822.32Kgf</b>	<b>816864.69Kgf</b>	<b>953008.81Kgf</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Fuerza cortante estático – Suelo blando.

FUERZA CORTANTE PARA SUELO BLANDO - PERÚ								
PARÁMETROS	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
CM	3986684.66		3986684.66		3986684.66		3986684.66	
CV	485550.50		485550.50		485550.50		485550.50	
CVT	26021.75		26021.75		26021.75		26021.75	
P	4114577.72kgf		4114577.72kgf		4114577.72kgf		4114577.72kgf	
Z	<b>0.10</b>		<b>0.25</b>		<b>0.35</b>		<b>0.45</b>	
U	1.00		1.00		1.00		1.00	
S	2.00		1.40		1.20		1.10	
TP	1.00		1.00		1.00		1.00	
TI	1.60		1.60		1.60		1.60	
T	0.531	0.506	0.531	0.506	0.531	0.506	0.531	0.506
C	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
R0	7.00	6.00	7.00	6.00	7.00	6.00	7.00	6.00
Ia	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ip	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
R	5.95	5.10	5.95	5.10	5.95	5.10	5.95	5.10
V	<b>345762.83Kgf</b>	<b>403389.97Kgf</b>	<b>605084.96Kgf</b>	<b>705932.45Kgf</b>	<b>726101.95Kgf</b>	<b>847118.94Kgf</b>	<b>855763.01Kgf</b>	<b>998390.18Kgf</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 47: Fuerza cortante dinámico de Perú**

Z	Suelo Rígido		Suelo Intermedio		Suelo Blando	
	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
1	94751.44 Kgf	114549.53	196046.69	226715.49	245132.74	283615.48
		Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
2	236608.18	286222.83	367996.60	425423.21	429279.79	496179.67
	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
3	236608.18	286222.83	493537.88	570768.77	514957.25	595533.53
	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
4	236608.18	286222.83	579512.84	669827.82	606882.03	701668.22
	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.4.9.2 Fuerza cortante en la base de Chile

Se determina la fuerza cortante en la base de la norma chilena (NCh433, 2012) a partir de la siguiente expresión:

$$Q_0 = C \cdot I \cdot P$$

El factor de zona sísmica  $A_0$  se considera para todas las zonas sísmicas.

**Tabla 48: Valor del coeficiente  $A_0$**

VALOR DEL COEFICIENTE $A_0$	
ZONA SÍSMICA	$A_0$
1	0.20 g
2	0.30 g
3	0.40 g

*Fuente: (NCh433, 2012)*

Se determinan a continuación los parámetros que dependen del tipo de suelo.

**Tabla 49: Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo**

<b>PARÁMETROS QUE DEPENDEN DEL TIPO DE SUELO</b>					
<b>SUELO</b>	<b>S</b>	<b>T0 (s)</b>	<b>T' (s)</b>	<b>n</b>	<b>p</b>
A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0

*Fuente: (NCh433, 2012)*

La categoría de ocupación del edificio, pertenece a edificios comunes, destinados a habitación privada.

**Tabla 50: Categoría de ocupación en Chile**

<b>NATURALEZA DE LA OCUPACIÓN</b>	<b>CATEGORÍA OCUPACIÓN</b>	<b>I</b>
Edificios y otras estructuras aisladas o provisionales no destinadas a habitación (instalaciones agrícolas, instalaciones provisorias, etc)	I	0.6
Todos los edificios y otras estructuras destinados a la habitación privada o al uso público que no pertenecen a las Categorías I, III y IV	II	1.0
Edificios y otras estructuras cuyo contenido es de gran valor (bibliotecas, museos, cárceles, etc)	III	1.2
Edificios y otras estructuras clasificadas como edificios gubernamentales, municipales, de servicios públicos o de utilidad pública (cuarteles de policía, centrales eléctricas y telefónicas, hospitales, bomberos, etc)	IV	1.2

*Fuente: (NCh433, 2012)*

Los valores de modificación de respuesta se determinan en la siguiente tabla:

**Tabla 51: Valores máximos de factores de modificación de respuesta.**

<b>VALORES MÁXIMOS DE FACTORES DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA</b>			
<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	<b>Material Estructural</b>	<b>R</b>	<b>R<sub>0</sub></b>
	Acero Estructural		
Pórticos y Muros	Marcos corrientes	4	5
	Marcos Intermedios	5	6
	Marcos especiales	7	11
	Marco de vigas enrejadas	6	10
	Concreto Armado	7	11

Fuente: (NCh433, 2012)

El periodo fundamental de vibración para cada dirección x,y detallado anteriormente en 3.4.8.3 es:

$$T_x = 0.531 \text{ s}$$

$$T_y = 0.506 \text{ s}$$

Se detalla los valores máximos del coeficiente sísmico C.

**Tabla 52: Valores máximos del coeficiente sísmico C.**

<b>VALORES MÁXIMOS DEL COEFICIENTE SÍSMICO C</b>	
<b>R</b>	<b>C<sub>máx</sub></b>
2	0.90 SA <sub>0</sub> /g
3	0.60 SA <sub>0</sub> /g
4	0.55 SA <sub>0</sub> /g
5.5	0.40 SA <sub>0</sub> /g
6	0.35 SA <sub>0</sub> /g
7	0.35 SA <sub>0</sub> /g

Fuente:

(NCh433, 2012)

A continuación, se determina la fuerza cortante en la base, estático y dinámico, para cada tipo de suelo.

*Tabla 53: Fuerza cortante estático – Suelo rígido en Chile.*

<b>FUERZA CORTANTE PARA SUELO RÍGIDO - CHILE</b>						
<b>PARÁMETROS</b>	<b>Dir. X-X</b>	<b>Dir. Y-Y</b>	<b>Dir. X-X</b>	<b>Dir. Y-Y</b>	<b>Dir. X-X</b>	<b>Dir. Y-Y</b>
<b>CM</b>		3986684.66		3986684.66		3986684.66
<b>CV</b>		485550.50		485550.50		485550.50
<b>CVT</b>		26021.75		26021.75		26021.75
<b>P</b>		4114577.72		4114577.72		4114577.72
<b>Ao</b>		<b>0.20</b>		<b>0.30</b>		<b>0.40</b>
<b>I</b>		1.00		1.00		1.00
<b>S</b>		1.00		1.00		1.00
<b>T0</b>		0.30		0.30		0.30
<b>n</b>		1.33		1.33		1.33
<b>p</b>		1.50		1.50		1.50
<b>R</b>	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
<b>Ro</b>	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
<b>T*</b>	0.531	0.506	0.531	0.506	0.531	0.506
<b>R*</b>	7.784	7.658	7.784	7.658	7.784	7.658
<b>Cmax</b>	0.070	0.070	0.105	0.105	0.140	0.140
<b>Csismico</b>	0.045	0.048	0.068	0.072	0.090	0.096
<b>Csismico</b>	0.045	0.048	0.068	0.072	0.090	0.096
<b>Q</b>	<b>185705.47Kgf</b>	<b>198006.86Kgf</b>	<b>278558.21Kgf</b>	<b>297010.29Kgf</b>	<b>371410.95Kgf</b>	<b>396013.72Kgf</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 54: Fuerza cortante estático – Suelo medio en Chile.

FUERZA CORTANTE PARA SUELO MEDIO - CHILE						
PARÁMETROS	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
CM		3986684.66		3986684.66		3986684.66
CV		485550.50		485550.50		485550.50
CVT		26021.75		26021.75		26021.75
P		4114577.72		4114577.72		4114577.72
Ao		<b>0.20</b>		<b>0.30</b>		<b>0.40</b>
I		1.00		1.00		1.00
S		1.05		1.05		1.05
T0		0.40		0.40		0.40
n		1.40		1.40		1.40
p		1.60		1.60		1.60
R	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
Ro	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
T*	0.531	0.506	0.531	0.506	0.531	0.506
R*	7.015	7.658	7.015	7.658	7.015	7.658
Cmax	0.074	0.074	0.110	0.110	0.147	0.147
Csismico	0.065	0.070	0.098	0.105	0.131	0.140
Csismico	0.065	0.070	0.098	0.105	0.131	0.140
Q	<b>269242.99Kgf</b>	<b>288048.76Kgf</b>	<b>403864.49Kgf</b>	<b>432073.14Kgf</b>	<b>538485.98Kgf</b>	<b>576097.53Kgf</b>

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 55: Fuerza cortante estático – Suelo blando en Chile.

FUERZA CORTANTE PARA SUELO BLANDO - CHILE						
PARÁMETROS	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
CM		3986684.66		3986684.66		3986684.66
CV		485550.50		485550.50		485550.50
CVT		26021.75		26021.75		26021.75
P		4114577.72		4114577.72		4114577.72
Ao		<b>0.20</b>		<b>0.30</b>		<b>0.40</b>
I		1.00		1.00		1.00
S		1.20		1.20		1.20
T0		0.75		0.75		0.75
n		1.80		1.80		1.80
p		1.00		1.00		1.00
R	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
Ro	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000	11.000
T*	0.531	0.506	0.531	0.506	0.531	0.506
R*	5.308	7.658	5.308	7.658	5.308	7.658
Cmax	0.084	0.084	0.126	0.126	0.168	0.168
Csismico	0.220	0.240	0.330	0.360	0.440	0.480
Csismico	0.084	0.084	0.126	0.126	0.168	0.168
Q	<b>345624.53Kgf</b>	<b>345624.53Kgf</b>	<b>518436.79Kgf</b>	<b>518436.79Kgf</b>	<b>691249.06Kgf</b>	<b>691249.06Kgf</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 56: Fuerza cortante dinámico de Chile**

	Suelo Rígido		Suelo Intermedio		Suelo Blando	
	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
Z	135192.58	142656.46	209088.07	194751.11	399888.48	273587.10
1	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
Z	202799.36	213995.45	313491.24	291989.63	599774.11	410261.78
2	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
Z	270663.25	285342.26	418007.26	389466.81	799777.67	546936.49
3	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf

Fuente: SAP2000 V.19

### 3.4.9.3 Fuerza cortante en la base de Estados Unidos

La fuerza cortante en la base para la norma de diseño sísmico de Estados Unidos (IBC/ASCE7, 2016) se determina con la siguiente expresión:

$$V = C_S \cdot W$$

Entonces, de acuerdo a estos valores se determina el coeficiente de suelo para periodos cortos y para periodos largos,  $F_a$  y  $F_v$ , respectivamente.

**Tabla 57: Coeficiente de suelo para periodos cortos  $F_a$**

Coeficiente de Suelo para períodos cortos, $F_a$						
Suelo	$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
C	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
E	2.4	1.7	1.3	1.0	1.0	1.0
F	*	*	*	*	*	*

Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)

**Tabla 58: Coeficiente de suelo para periodos largos Fv**

<b>Coeficiente de Suelo para períodos largos, Fv</b>						
<b>Suelo</b>	<b>S<sub>1</sub>≤0.1</b>	<b>S<sub>1</sub>=0.2</b>	<b>S<sub>1</sub>=0.3</b>	<b>S<sub>1</sub>=0.4</b>	<b>S<sub>1</sub>=0.5</b>	<b>S<sub>1</sub>≥0.6</b>
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
C	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
D	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
E	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
F	*	*	*	*	*	*

*Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)*

El periodo fundamental de vibración para cada dirección x,y detallado anteriormente en 3.4.8.3 es:

$$T_x = 0.531 \text{ s}$$

$$T_y = 0.506 \text{ s}$$

El factor de importancia I<sub>e</sub> de categoría de ocupación se determina a continuación:

**Tabla 59: Valores del factor de importancia**

<b>VALORES DEL FACTOR DE IMPORTANCIA</b>		
<b>Categoría de Riesgo</b>	<b>Ocupación del edificio</b>	<b>I<sub>e</sub></b>
I	Aisladas o Provisionales	1.00
II	Edificaciones comunes	1.00
III	Escuelas, cárceles, asambleas, etc	1.25
IV	Hospitales, aeropuertos, depósitos, etc	1.50

*Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)*

El coeficiente de modificación de respuesta  $R$  y el factor de sobrecarga  $\Omega$ , se determina en la siguiente tabla para sistema estructural dual y muros estructurales.

**Tabla 60: Coeficiente de modificación de respuesta  $R$**

<b>SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	<b><math>R</math></b>	<b><math>\Omega</math></b>
Pórticos	3	3.0
Dual	5	2.5
Muros estructurales	4	2.5

*Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)*

Se determina el coeficiente de respuesta sísmica:

$$C_S = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

$$C_S \geq 0.044S_{DS} \cdot I_e \geq 0.01$$

Se determina la fuerza horizontal:

$$E_h = \rho \cdot Q_E$$

$$Q_E = \Omega \cdot V$$

A continuación, se determina la fuerza cortante en la base, estático y dinámico, para cada tipo de suelo.

Tabla 61: Fuerza cortante estático – Suelo rígido en Estados Unidos

FUERZA CORTANTE PARA SUELO RÍGIDO - EEUU												
	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
CM	485550.50		485550.50		485550.50		485550.50		485550.50		485550.50	
CV	26021.75		26021.75		26021.75		26021.75		26021.75		26021.75	
CVT	4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72	
P	1520700.37		1520700.37		1520700.37		1520700.37		1520700.37		1520700.37	
Ss	<b>0.25</b>		<b>0.50</b>		<b>0.75</b>		<b>1.00</b>		<b>1.25</b>		<b>1.50</b>	
S1	<b>0.10</b>		<b>0.20</b>		<b>0.30</b>		<b>0.40</b>		<b>0.50</b>		<b>0.60</b>	
Fa	1.30		1.30		1.20		1.20		1.20		1.20	
Fv	1.50		1.50		1.50		1.50		1.50		1.50	
SMS	0.33		0.65		0.90		1.20		1.50		1.80	
SM1	0.15		0.30		0.45		0.60		0.75		0.84	
SDS	0.22		0.43		0.60		0.80		1.00		1.20	
SD1	0.10		0.20		0.30		0.40		0.50		0.56	
P	1.30		1.30		1.30		1.30		1.30		1.30	
T0	0.09		0.09		0.10		0.10		0.10		0.09	
TS	0.46		0.46		0.50		0.50		0.50		0.47	
TL	8.00		8.00		8.00		8.00		8.00		8.00	
I	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
R	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00
Cs	0.043	0.054	0.087	0.108	0.120	0.150	0.160	0.200	0.200	0.250	0.240	0.300
Ω	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
V	214165 .30Kgf	267706.63 Kgf	428330.60 Kgf	535413.25 Kgf	593073.14 Kgf	741341.43 Kgf	790764.19 Kgf	988455.24 Kgf	988455.24 Kgf	1235569.05 Kgf	1186146.29 Kgf	1482682.86 Kgf

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62: Fuerza cortante estático – Suelo intermedio en Estados Unidos

FUERZA CORTANTE PARA SUELO INTERMEDIO - EEUU												
	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
CM	485550.50		485550.50		485550.50		485550.50		485550.50		485550.50	
CV	26021.75		26021.75		26021.75		26021.75		26021.75		26021.75	
CV T	4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72	
P	1520700.37		1520700.37		1520700.37		1520700.37		1520700.37		1520700.37	
Ss	<b>0.25</b>		<b>0.50</b>		<b>0.75</b>		<b>1.00</b>		<b>1.25</b>		<b>1.50</b>	
S1	<b>0.10</b>		<b>0.20</b>		<b>0.30</b>		<b>0.40</b>		<b>0.50</b>		<b>0.60</b>	
Fa	1.60		1.40		1.20		1.10		1.00		1.00	
Fv	2.40		2.20		2.00		1.90		1.80		1.70	
SMS	0.40		0.70		0.90		1.10		1.25		1.50	
SM1	0.24		0.44		0.60		0.76		0.90		1.02	
SDS	0.27		0.47		0.60		0.73		0.83		1.00	
SD1	0.16		0.29		0.40		0.51		0.60		0.68	
P	1.30		1.30		1.30		1.30		1.30		1.30	
T0	0.12		0.13		0.13		0.14		0.14		0.14	
TS	0.60		0.63		0.67		0.69		0.72		0.68	
TL	8.00		8.00		8.00		8.00		8.00		8.00	
I	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
R	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00
Cs	0.053	0.067	0.093	0.117	0.120	0.150	0.147	0.183	0.167	0.208	0.200	0.250
Ω	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
V	263588.0	329485.08	461279.11	576598.89	593073.14	741341.43	724867.18	906083.97	823712.70	1029640.87	988455.24	1235569.0
	<b>6Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>Kgf</b>	<b>5Kgf</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63: Fuerza cortante estático – Suelo blando en Estados Unidos

FUERZA CORTANTE PARA SUELO BLANDO - EEUU												
	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
CM	485550.50		485550.50		485550.50		485550.50		485550.50		485550.50	
CV	26021.75		26021.75		26021.75		26021.75		26021.75		26021.75	
CVT	4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72	
P	1520700.37		1520700.37		1520700.37		1520700.37		1520700.37		1520700.37	
Ss	<b>0.25</b>		<b>0.50</b>		<b>0.75</b>		<b>1.00</b>		<b>1.25</b>		<b>1.50</b>	
S1	<b>0.10</b>		<b>0.20</b>		<b>0.30</b>		<b>0.40</b>		<b>0.50</b>		<b>0.60</b>	
Fa	2.40		1.70		1.30		1.00		1.00		1.00	
Fv	4.20		4.20		4.20		4.20		4.20		4.20	
SMS	0.60		0.85		0.98		1.00		1.25		1.50	
SM1	0.42		0.84		1.26		1.68		2.10		2.52	
SDS	0.40		0.57		0.65		0.67		0.83		1.00	
SD1	0.28		0.56		0.84		1.12		1.40		1.68	
P	1.30		1.30		1.30		1.30		1.30		1.30	
T0	0.14		0.20		0.26		0.34		0.34		0.34	
TS	0.70		0.99		1.29		1.68		1.68		1.68	
TL	8.00		8.00		8.00		8.00		8.00		8.00	
I	1.00		1.00		1.00		1.00		1.00		1.00	
R	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00
Cs	0.080	0.100	0.113	0.142	0.130	0.163	0.133	0.167	0.167	0.208	0.200	0.250
Ω	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
V	<b>395382.1</b> <b>0Kgf</b>	<b>494227.62</b> <b>Kgf</b>	<b>560124.64</b> <b>Kgf</b>	<b>700155.79</b> <b>Kgf</b>	<b>642495.91</b> <b>Kgf</b>	<b>803119.88</b> <b>Kgf</b>	<b>658970.16</b> <b>Kgf</b>	<b>823712.70</b> <b>Kgf</b>	<b>823712.70</b> <b>Kgf</b>	<b>1029640.87</b> <b>Kgf</b>	<b>988455.24</b> <b>Kgf</b>	<b>1235569.05</b> <b>Kgf</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 64: Fuerza cortante dinámico en Estados Unidos**

	Suelo Rígido		Suelo Intermedio		Suelo Blando	
	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
Z	144708.79	187199.14	202021.10	250210.23	302954.15	374376.55
1	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
Z	289232.95	374128.42	353508.23	437656.85	426018.61	526098.63
2	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
Z	431340.66	557182.52	454465.60	562124.12	486852.68	600709.74
3	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
Z	575176.46	743006.87	555427.58	686629.41	497837.49	614610.49
4	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
Z	719140.18	928539.24	631027.65	779489.60	622587.67	768116.40
5	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf
Z	809503.14	1046666.80	757715.48	936490.58	747045.91	768116.40
6	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.4.9.4 Fuerza cortante en la base en Japón

Se determina la Fuerza cortante para la norma de diseño sísmico de Japón (BSLJ, 2000), mediante la siguiente expresión:

$$Q_u = D_S \cdot F_{es} \cdot Q$$

Se determina el factor de zona, al igual que las demás normas estudiadas.

**Tabla 65: Factor de Zona**

ZONA	Z (g)
A	1.0
B	0.9
C	0.8
Okinawa	0.7

*Fuente: (BSLJ, 2000)*



Se define  $T_c$ , según el perfil de suelo:

**Tabla 66: Factor de Perfil de Suelo**

PERFIL DE SUELO	$T_c$
Suelo Duro	0.4
Suelo Medio	0.6
Suelo Blando	0.8

Fuente: (BSLJ, 2000)

El periodo fundamental de vibración para cada dirección x,y detallado anteriormente en 3.8.4.3 es:

$$T_x = 0.531 \text{ s}$$

$$T_y = 0.506 \text{ s}$$

El coeficiente de respuesta sísmica está definido por:

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

Se determina el coeficiente estándar de corte  $C_0$ :

$$C_0 \geq 0.2 \text{ (Sismos moderados)}$$

$$C_0 \geq 1.0 \text{ (Sismos severos)}$$

Se define el factor de características de vibración:

**Tabla 67: Valores del  $R_t$ .**

$T < T_c$	$T_c \leq T \leq 2T_c$	$2T_c < T$
$R_t = 1$	$R_t = 1 - 0.2 \cdot \left(\frac{T}{T_c} - 1\right)^2$	$R_t = \frac{1.6 \cdot T_c}{T}$

Fuente: (BSLJ, 2000)

El factor de forma  $F_{es}$  toma en cuenta la irregularidad de la estructura, expresada en el factor de rigidez  $F_s$  y excentricidad  $F_e$

$$F_{es} = F_s \cdot F_e = 1.0$$

El factor de importancia según la norma sísmica de Japón, está en función de la ductilidad, como se muestra en la Tabla 13.

**Tabla 68: Factor de características estructurales JAPÓN.**

<b>VALORES PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO <math>D_s</math></b>				
<b>Tipo de estructura</b>	<b>Excelente ductilidad</b>	<b>Buena ductilidad</b>	<b>Normal ductilidad</b>	<b>Pobre ductilidad</b>
Pórticos	0.30	0.35	0.40	0.45
Muros estructurales	0.35	0.40	0.45	0.50
Dual	0.40	0.45	0.50	0.55

*Fuente: (BSLJ, 2000)*

A continuación, se determina la fuerza cortante en la base, estático y dinámico, para cada tipo de suelo.

Tabla 69: Fuerza cortante estático – Suelo rígido en Japón

FUERZA CORTANTE PARA SUELO RÍGIDO - JAPÓN								
	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
<b>CM</b>	3986684.66		3986684.66		3986684.66		3986684.66	
<b>CV</b>	485550.50		485550.50		485550.50		485550.50	
<b>CVT</b>	26021.75		26021.75		26021.75		26021.75	
<b>P</b>	4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72	
<b>Z</b>	<b>1.00</b>		<b>0.90</b>		<b>0.80</b>		<b>0.70</b>	
<b>S</b>	I		I		I		I	
<b>g</b>	9.81		9.81		9.81		9.81	
<b>TC</b>	0.64		0.64		0.64		0.64	
<b>TB</b>	0.16		0.16		0.16		0.16	
<b>Fes</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Ds</b>	0.50	0.45	0.50	0.45	0.50	0.45	0.50	0.45
<b>C</b>	0.50	0.50	0.45	0.45	0.40	0.40	0.35	0.35
<b>Qu</b>	<b>1028644.43Kgf</b>	<b>925779.99Kgf</b>	<b>925779.99Kgf</b>	<b>833201.99Kgf</b>	<b>822915.54Kgf</b>	<b>740623.99Kgf</b>	<b>720051.10Kgf</b>	<b>648045.99Kgf</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70: Fuerza cortante estático – Suelo medio en Japón

FUERZA CORTANTE PARA SUELO MEDIO - JAPÓN								
	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
<b>CM</b>	3986684.66		3986684.66		3986684.66		3986684.66	
<b>CV</b>	485550.50		485550.50		485550.50		485550.50	
<b>CVT</b>	26021.75		26021.75		26021.75		26021.75	
<b>P</b>	4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72	
<b>Z</b>	<b>1.00</b>		<b>0.90</b>		<b>0.80</b>		<b>0.70</b>	
<b>S</b>	II		II		II		II	
<b>g</b>	9.81		9.81		9.81		9.81	
<b>TC</b>	0.64		0.64		0.64		0.64	
<b>TB</b>	0.16		0.16		0.16		0.16	
<b>Fes</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Ds</b>	0.50	0.45	0.50	0.45	0.50	0.45	0.50	0.45
<b>C</b>	0.50	0.50	0.45	0.45	0.40	0.40	0.35	0.35
<b>Qu</b>	<b>1028644.43Kgf</b>	<b>925779.99Kgf</b>	<b>925779.99Kgf</b>	<b>833201.99Kgf</b>	<b>822915.54Kgf</b>	<b>740623.99Kgf</b>	<b>720051.10Kgf</b>	<b>648045.99Kgf</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71: Fuerza cortante estático – Suelo blando en Japón

FUERZA CORTANTE PARA SUELO BLANDO - JAPÓN								
	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y	Dir. X-X	Dir. Y-Y
<b>CM</b>	3986684.66		3986684.66		3986684.66		3986684.66	
<b>CV</b>	485550.50		485550.50		485550.50		485550.50	
<b>CVT</b>	26021.75		26021.75		26021.75		26021.75	
<b>P</b>	4114577.72		4114577.72		4114577.72		4114577.72	
<b>Z</b>	<b>1.00</b>		<b>0.90</b>		<b>0.80</b>		<b>0.70</b>	
<b>S</b>	III		III		III		III	
<b>g</b>	9.81		9.81		9.81		9.81	
<b>TC</b>	0.64		0.64		0.64		0.64	
<b>TB</b>	0.16		0.16		0.16		0.16	
<b>Fes</b>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Ds</b>	0.50	0.45	0.50	0.45	0.50	0.45	0.50	0.45
<b>C</b>	0.50	0.50	0.45	0.45	0.40	0.40	0.35	0.35
<b>Qu</b>	<b>1028644.43Kgf</b>	<b>925779.99Kgf</b>	<b>925779.99Kgf</b>	<b>833201.99Kgf</b>	<b>822915.54Kgf</b>	<b>740623.99Kgf</b>	<b>720051.10Kgf</b>	<b>648045.99Kgf</b>

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 72: Fuerza cortante dinámico en Japón*

	<b>Suelo Rígido</b>		<b>Suelo Intermedio</b>		<b>Suelo Blando</b>	
	<b>Dir. X-X</b>	<b>Dir. Y-Y</b>	<b>Dir. X-X</b>	<b>Dir. Y-Y</b>	<b>Dir. X-X</b>	<b>Dir. Y-Y</b>
Z1	871568.49 Kgf	774853.70 Kgf	871568.49 Kgf	774853.70 Kgf	871568.49 Kgf	774853.70 Kgf
Z2	784499.27 Kgf	697341.69 Kgf	784499.27 Kgf	697341.69 Kgf	784499.27 Kgf	697341.69 Kgf
Z3	697144.83 Kgf	619828.71 Kgf	697144.83 Kgf	619828.71 Kgf	697144.83 Kgf	619828.71 Kgf
Z4	610075.76 Kgf	542316.67 Kgf	610075.76 Kgf	542316.67 Kgf	610075.76 Kgf	1205145.26 Kgf

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.4.10 Espectros de diseño de las normas sísmicas

#### 3.4.10.1 Espectro de diseño sísmico en Perú

Se determina el espectro de diseño para PERÚ (E.030, 2016) según la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

*Tabla 73: Espectro de diseño en Perú X-X – Suelo rígido*

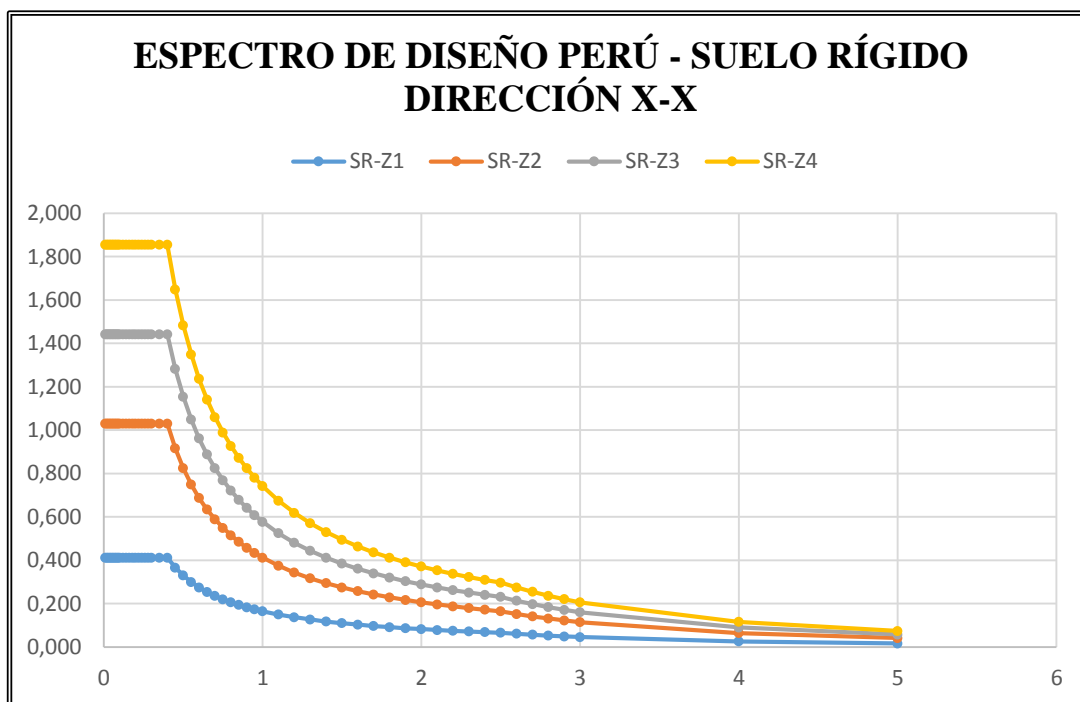
<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA PERÚ - SUELO RÍGIDO</b>				
<b>DIRECCIÓN X-X</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	0.412	1.030	1.443	1.855
0.02	0.412	1.030	1.443	1.855
0.03	0.412	1.030	1.443	1.855
0.04	0.412	1.030	1.443	1.855
0.05	0.412	1.030	1.443	1.855
0.06	0.412	1.030	1.443	1.855
0.07	0.412	1.030	1.443	1.855
0.08	0.412	1.030	1.443	1.855
0.09	0.412	1.030	1.443	1.855
0.1	0.412	1.030	1.443	1.855
0.12	0.412	1.030	1.443	1.855
0.14	0.412	1.030	1.443	1.855
0.16	0.412	1.030	1.443	1.855
0.18	0.412	1.030	1.443	1.855
0.2	0.412	1.030	1.443	1.855
0.22	0.412	1.030	1.443	1.855
0.24	0.412	1.030	1.443	1.855
0.26	0.412	1.030	1.443	1.855
0.28	0.412	1.030	1.443	1.855
0.3	0.412	1.030	1.443	1.855
0.35	0.412	1.030	1.443	1.855
0.4	0.412	1.030	1.443	1.855
0.45	0.366	0.916	1.282	1.649
0.5	0.330	0.824	1.154	1.484
0.55	0.300	0.749	1.049	1.349
0.6	0.275	0.687	0.962	1.237
0.65	0.254	0.634	0.888	1.141

<b>T</b> <b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.7	0.236	0.589	0.824	1.060
0.75	0.220	0.550	0.769	0.989
0.8	0.206	0.515	0.721	0.927
0.85	0.194	0.485	0.679	0.873
0.9	0.183	0.458	0.641	0.824
0.95	0.174	0.434	0.607	0.781
1	0.165	0.412	0.577	0.742
1.1	0.150	0.375	0.525	0.674
1.2	0.137	0.343	0.481	0.618
1.3	0.127	0.317	0.444	0.571
1.4	0.118	0.294	0.412	0.530
1.5	0.110	0.275	0.385	0.495
1.6	0.103	0.258	0.361	0.464
1.7	0.097	0.242	0.339	0.436
1.8	0.092	0.229	0.321	0.412
1.9	0.087	0.217	0.304	0.390
2	0.082	0.206	0.289	0.371
2.1	0.079	0.196	0.275	0.353
2.2	0.075	0.187	0.262	0.337
2.3	0.072	0.179	0.251	0.323
2.4	0.069	0.172	0.240	0.309
2.5	0.066	0.165	0.231	0.297
2.6	0.061	0.152	0.213	0.274
2.7	0.057	0.141	0.198	0.254
2.8	0.053	0.131	0.184	0.237
2.9	0.049	0.123	0.172	0.221
3	0.046	0.114	0.160	0.206
4	0.026	0.064	0.090	0.116
5	0.016	0.041	0.058	0.074
6	0.011	0.029	0.040	0.052
7	0.008	0.021	0.029	0.038
8	0.006	0.016	0.023	0.029

*Fuente: Elaboración Propia*



Gráfico 1: Espectro de diseño en Perú, dirección X-X, suelo rígido.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74: Espectro de diseño en Perú, dirección Y-Y – Suelo rígido

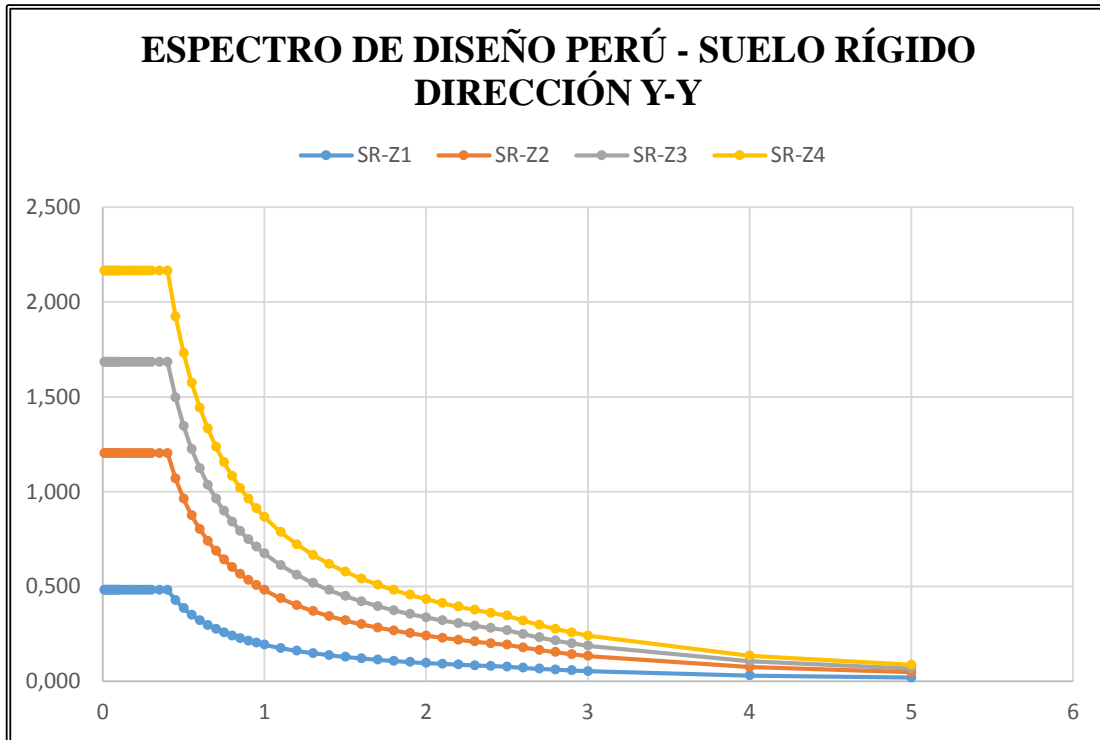
<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA PERÚ – SUELO RÍGIDO DIRECCIÓN Y-Y</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	0.481	1.202	1.683	2.164
0.02	0.481	1.202	1.683	2.164
0.03	0.481	1.202	1.683	2.164
0.04	0.481	1.202	1.683	2.164
0.05	0.481	1.202	1.683	2.164
0.06	0.481	1.202	1.683	2.164
0.07	0.481	1.202	1.683	2.164
0.08	0.481	1.202	1.683	2.164
0.09	0.481	1.202	1.683	2.164
0.1	0.481	1.202	1.683	2.164
0.12	0.481	1.202	1.683	2.164
0.14	0.481	1.202	1.683	2.164
0.16	0.481	1.202	1.683	2.164
0.18	0.481	1.202	1.683	2.164
0.2	0.481	1.202	1.683	2.164
0.22	0.481	1.202	1.683	2.164
0.24	0.481	1.202	1.683	2.164
0.26	0.481	1.202	1.683	2.164

0.28 T (...continuación)	0.481 Sa-Z1	1.202 Sa-Z2	1.683 Sa-Z3	2.164 Sa-Z4
0.3	0.481	1.202	1.683	2.164
0.35	0.481	1.202	1.683	2.164
0.4	0.481	1.202	1.683	2.164
0.45	0.427	1.069	1.496	1.924
0.5	0.385	0.962	1.346	1.731
0.55	0.350	0.874	1.224	1.574
0.6	0.321	0.801	1.122	1.443
0.65	0.296	0.740	1.036	1.332
0.7	0.275	0.687	0.962	1.237
0.75	0.256	0.641	0.898	1.154
0.8	0.240	0.601	0.842	1.082
0.85	0.226	0.566	0.792	1.018
0.9	0.214	0.534	0.748	0.962
0.95	0.202	0.506	0.709	0.911
1	0.192	0.481	0.673	0.866
1.1	0.175	0.437	0.612	0.787
1.2	0.160	0.401	0.561	0.721
1.3	0.148	0.370	0.518	0.666
1.4	0.137	0.343	0.481	0.618
1.5	0.128	0.321	0.449	0.577
1.6	0.120	0.301	0.421	0.541
1.7	0.113	0.283	0.396	0.509
1.8	0.107	0.267	0.374	0.481
1.9	0.101	0.253	0.354	0.456
2	0.096	0.240	0.337	0.433
2.1	0.092	0.229	0.321	0.412
2.2	0.087	0.219	0.306	0.393
2.3	0.084	0.209	0.293	0.376
2.4	0.080	0.200	0.281	0.361
2.5	0.077	0.192	0.269	0.346
2.6	0.071	0.178	0.249	0.320
2.7	0.066	0.165	0.231	0.297
2.8	0.061	0.153	0.215	0.276
2.9	0.057	0.143	0.200	0.257
3	0.053	0.134	0.187	0.240
4	0.030	0.075	0.105	0.135
5	0.019	0.048	0.067	0.087
6	0.013	0.033	0.047	0.060
7	0.010	0.025	0.034	0.044

8	0.008	0.019	0.026	0.034
---	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 2: Espectro de diseño en Perú, dirección Y-Y, suelo rígido.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75: Espectro de diseño en Perú X-X – Suelo intermedio

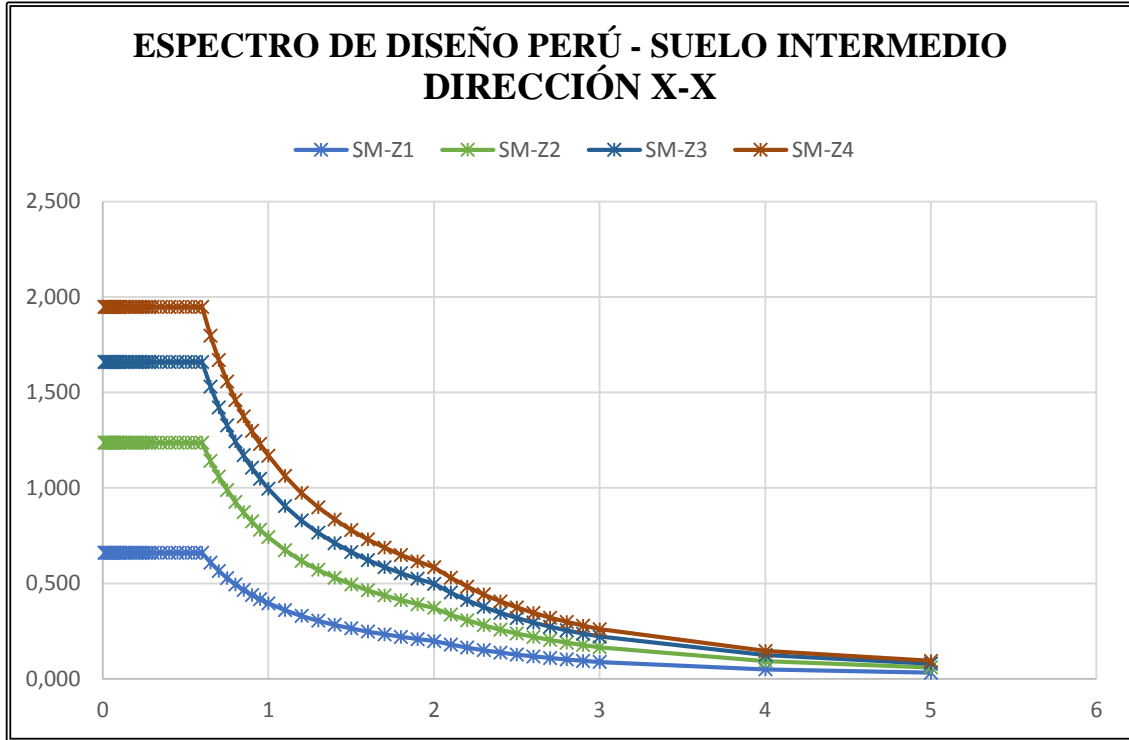
ESPECTRO DE DISEÑO PARA PERÚ – SUELO INTERMEDIO DIRECCIÓN X-X				
T	Sa-Z1	Sa-Z2	Sa-Z3	Sa-Z4
0.01	0.659	1.237	1.659	1.948
0.02	0.659	1.237	1.659	1.948
0.03	0.659	1.237	1.659	1.948
0.04	0.659	1.237	1.659	1.948
0.05	0.659	1.237	1.659	1.948
0.06	0.659	1.237	1.659	1.948
0.07	0.659	1.237	1.659	1.948
0.08	0.659	1.237	1.659	1.948
0.09	0.659	1.237	1.659	1.948
0.1	0.659	1.237	1.659	1.948
0.12	0.659	1.237	1.659	1.948
0.14	0.659	1.237	1.659	1.948
0.16	0.659	1.237	1.659	1.948
0.18	0.659	1.237	1.659	1.948
0.2	0.659	1.237	1.659	1.948

0.22	0.659	1.237	1.659	1.948
0.24	0.659	1.237	1.659	1.948
0.26	0.659	1.237	1.659	1.948
0.28	0.659	1.237	1.659	1.948
<hr/>				
<b>T</b>				
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
<hr/>				
0.3	0.659	1.237	1.659	1.948
0.35	0.659	1.237	1.659	1.948
0.4	0.659	1.237	1.659	1.948
0.45	0.659	1.237	1.659	1.948
0.5	0.659	1.237	1.659	1.948
0.55	0.659	1.237	1.659	1.948
0.6	0.659	1.237	1.659	1.948
0.65	0.609	1.141	1.531	1.798
0.7	0.565	1.060	1.422	1.669
0.75	0.528	0.989	1.327	1.558
0.8	0.495	0.927	1.244	1.461
0.85	0.466	0.873	1.171	1.375
0.9	0.440	0.824	1.106	1.298
0.95	0.417	0.781	1.048	1.230
1	0.396	0.742	0.995	1.169
1.1	0.360	0.674	0.905	1.062
1.2	0.330	0.618	0.830	0.974
1.3	0.304	0.571	0.766	0.899
1.4	0.283	0.530	0.711	0.835
1.5	0.264	0.495	0.664	0.779
1.6	0.247	0.464	0.622	0.730
1.7	0.233	0.436	0.586	0.687
1.8	0.220	0.412	0.553	0.649
1.9	0.208	0.390	0.524	0.615
2	0.198	0.371	0.498	0.584
2.1	0.179	0.336	0.451	0.530
2.2	0.164	0.307	0.411	0.483
2.3	0.150	0.281	0.376	0.442
2.4	0.137	0.258	0.346	0.406
2.5	0.127	0.237	0.319	0.374
2.6	0.117	0.220	0.295	0.346
2.7	0.109	0.204	0.273	0.321
2.8	0.101	0.189	0.254	0.298
2.9	0.094	0.176	0.237	0.278
3	0.088	0.165	0.221	0.260
4	0.049	0.093	0.124	0.146
5	0.032	0.059	0.080	0.093

6	0.022	0.041	0.055	0.065
7	0.016	0.030	0.041	0.048
8	0.012	0.023	0.031	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3: Espectro de diseño en Perú, dirección X-X, suelo intermedio.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76: Espectro de diseño en Perú Y-Y – Suelo intermedio

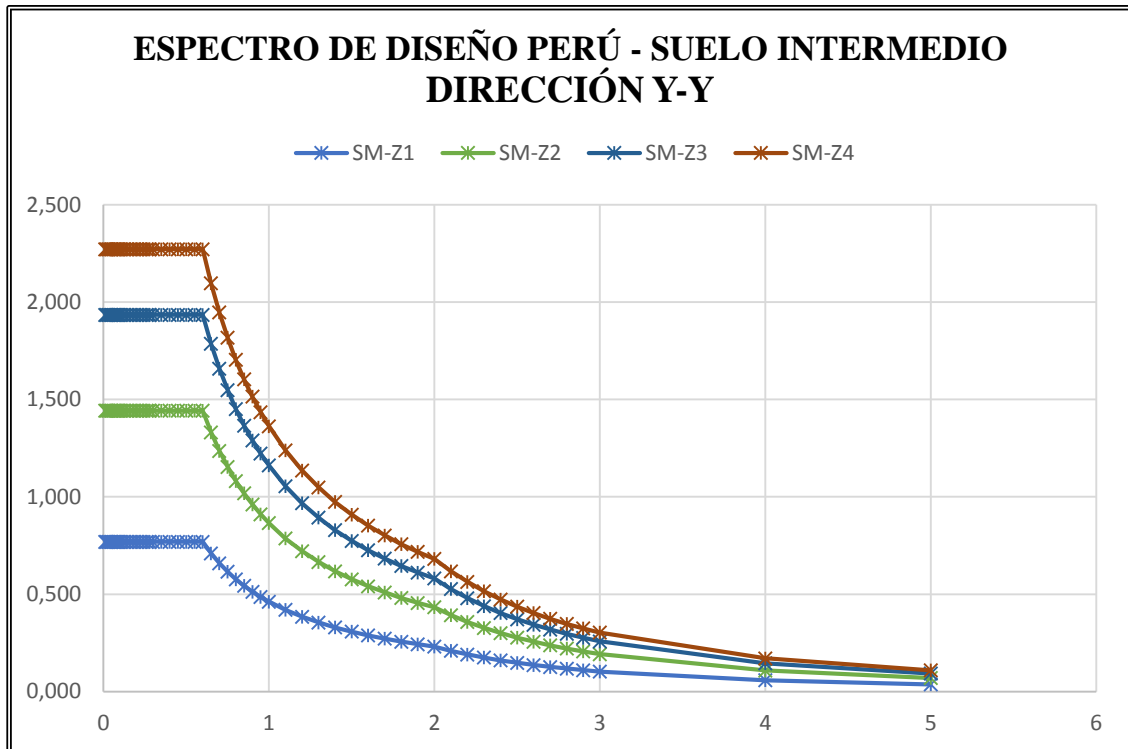
ESPECTRO DE DISEÑO PARA PERÚ – SUELO INTERMEDIO DIRECCIÓN Y-Y				
T	Sa-Z1	Sa-Z2	Sa-Z3	Sa-Z4
0.01	0.769	1.443	1.936	2.272
0.02	0.769	1.443	1.936	2.272
0.03	0.769	1.443	1.936	2.272
0.04	0.769	1.443	1.936	2.272
0.05	0.769	1.443	1.936	2.272
0.06	0.769	1.443	1.936	2.272
0.07	0.769	1.443	1.936	2.272
0.08	0.769	1.443	1.936	2.272
0.09	0.769	1.443	1.936	2.272
0.1	0.769	1.443	1.936	2.272
0.12	0.769	1.443	1.936	2.272
0.14	0.769	1.443	1.936	2.272
0.16	0.769	1.443	1.936	2.272

0.18	0.769	1.443	1.936	2.272
0.2	0.769	1.443	1.936	2.272
0.22	0.769	1.443	1.936	2.272
0.24	0.769	1.443	1.936	2.272
0.26	0.769	1.443	1.936	2.272
0.28	0.769	1.443	1.936	2.272
<b>T</b>				
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.3	0.769	1.443	1.936	2.272
0.35	0.769	1.443	1.936	2.272
0.4	0.769	1.443	1.936	2.272
0.45	0.769	1.443	1.936	2.272
0.5	0.769	1.443	1.936	2.272
0.55	0.769	1.443	1.936	2.272
0.6	0.769	1.443	1.936	2.272
0.65	0.710	1.332	1.787	2.097
0.7	0.659	1.237	1.659	1.948
0.75	0.616	1.154	1.548	1.818
0.8	0.577	1.082	1.452	1.704
0.85	0.543	1.018	1.366	1.604
0.9	0.513	0.962	1.290	1.515
0.95	0.486	0.911	1.222	1.435
1	0.462	0.866	1.161	1.363
1.1	0.420	0.787	1.056	1.239
1.2	0.385	0.721	0.968	1.136
1.3	0.355	0.666	0.893	1.049
1.4	0.330	0.618	0.830	0.974
1.5	0.308	0.577	0.774	0.909
1.6	0.289	0.541	0.726	0.852
1.7	0.272	0.509	0.683	0.802
1.8	0.256	0.481	0.645	0.757
1.9	0.243	0.456	0.611	0.718
2	0.231	0.433	0.581	0.682
2.1	0.209	0.393	0.527	0.618
2.2	0.191	0.358	0.480	0.563
2.3	0.175	0.327	0.439	0.515
2.4	0.160	0.301	0.403	0.473
2.5	0.148	0.277	0.372	0.436
2.6	0.137	0.256	0.344	0.403
2.7	0.127	0.237	0.319	0.374
2.8	0.118	0.221	0.296	0.348
2.9	0.110	0.206	0.276	0.324

3	0.103	0.192	0.258	0.303
4	0.058	0.108	0.145	0.170
5	0.037	0.069	0.093	0.109
6	0.026	0.048	0.065	0.076
7	0.019	0.035	0.047	0.056
8	0.014	0.027	0.036	0.043

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 4: Espectro de diseño en Perú, dirección Y-Y, suelo intermedio.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 77: Espectro de diseño en Perú X-X – Suelo blando

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA PERÚ – SUELO BLANDO DIRECCIÓN X-X</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	0.824	1.443	1.731	2.040
0.02	0.824	1.443	1.731	2.040
0.03	0.824	1.443	1.731	2.040
0.04	0.824	1.443	1.731	2.040
0.05	0.824	1.443	1.731	2.040
0.06	0.824	1.443	1.731	2.040
0.07	0.824	1.443	1.731	2.040
0.08	0.824	1.443	1.731	2.040
0.09	0.824	1.443	1.731	2.040
0.1	0.824	1.443	1.731	2.040

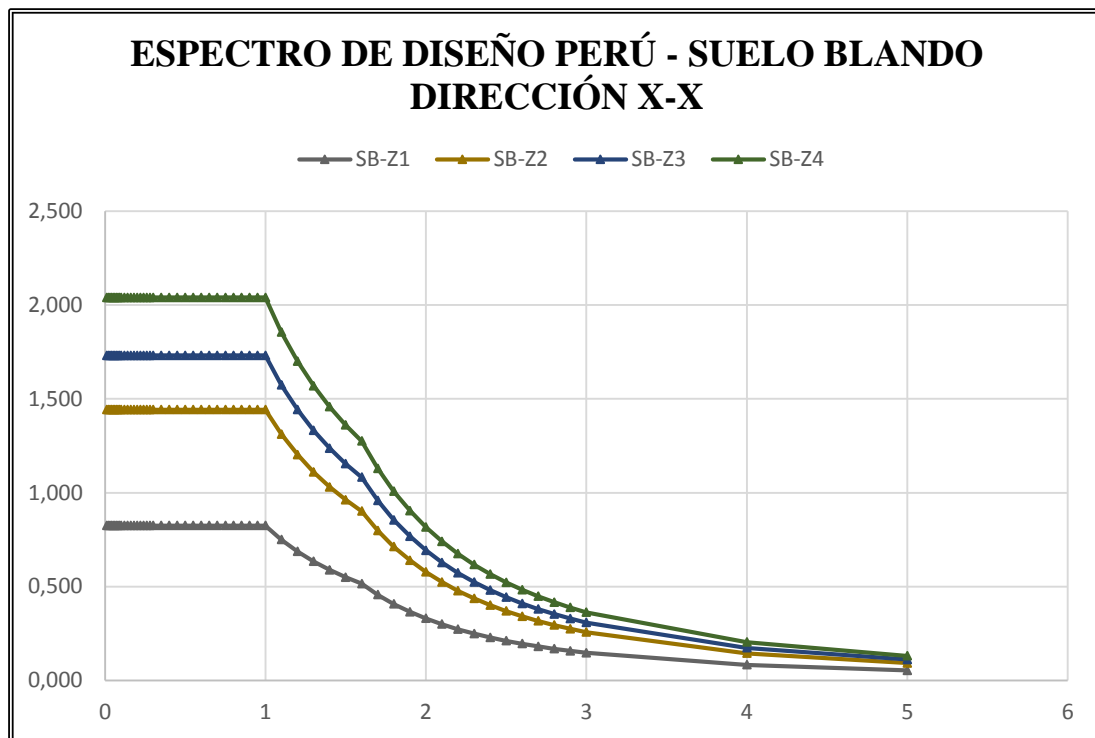
0.12	0.824	1.443	1.731	2.040
0.14	0.824	1.443	1.731	2.040
0.16	0.824	1.443	1.731	2.040
0.18	0.824	1.443	1.731	2.040
0.2	0.824	1.443	1.731	2.040
0.22	0.824	1.443	1.731	2.040
0.24	0.824	1.443	1.731	2.040
0.26	0.824	1.443	1.731	2.040
0.28	0.824	1.443	1.731	2.040
<b>T</b>				
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.3	0.824	1.443	1.731	2.040
0.35	0.824	1.443	1.731	2.040
0.4	0.824	1.443	1.731	2.040
0.45	0.824	1.443	1.731	2.040
0.5	0.824	1.443	1.731	2.040
0.55	0.824	1.443	1.731	2.040
0.6	0.824	1.443	1.731	2.040
0.65	0.824	1.443	1.731	2.040
0.7	0.824	1.443	1.731	2.040
0.75	0.824	1.443	1.731	2.040
0.8	0.824	1.443	1.731	2.040
0.85	0.824	1.443	1.731	2.040
0.9	0.824	1.443	1.731	2.040
0.95	0.824	1.443	1.731	2.040
1	0.824	1.443	1.731	2.040
1.1	0.749	1.311	1.574	1.855
1.2	0.687	1.202	1.443	1.700
1.3	0.634	1.110	1.332	1.569
1.4	0.589	1.030	1.237	1.457
1.5	0.550	0.962	1.154	1.360
1.6	0.515	0.902	1.082	1.275
1.7	0.456	0.799	0.958	1.130
1.8	0.407	0.712	0.855	1.008
1.9	0.365	0.639	0.767	0.904
2	0.330	0.577	0.692	0.816
2.1	0.299	0.523	0.628	0.740
2.2	0.273	0.477	0.572	0.674
2.3	0.249	0.436	0.524	0.617
2.4	0.229	0.401	0.481	0.567
2.5	0.211	0.369	0.443	0.522
2.6	0.195	0.341	0.410	0.483
2.7	0.181	0.317	0.380	0.448



2.8	0.168	0.294	0.353	0.416
2.9	0.157	0.274	0.329	0.388
3	0.147	0.256	0.308	0.363
4	0.082	0.144	0.173	0.204
5	0.053	0.092	0.111	0.131
6	0.037	0.064	0.077	0.091
7	0.027	0.047	0.057	0.067
8	0.021	0.036	0.043	0.051

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 5: Espectro de diseño en Perú, dirección X-X, suelo blando.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78: Espectro de diseño en Perú Y-Y – Suelo blando

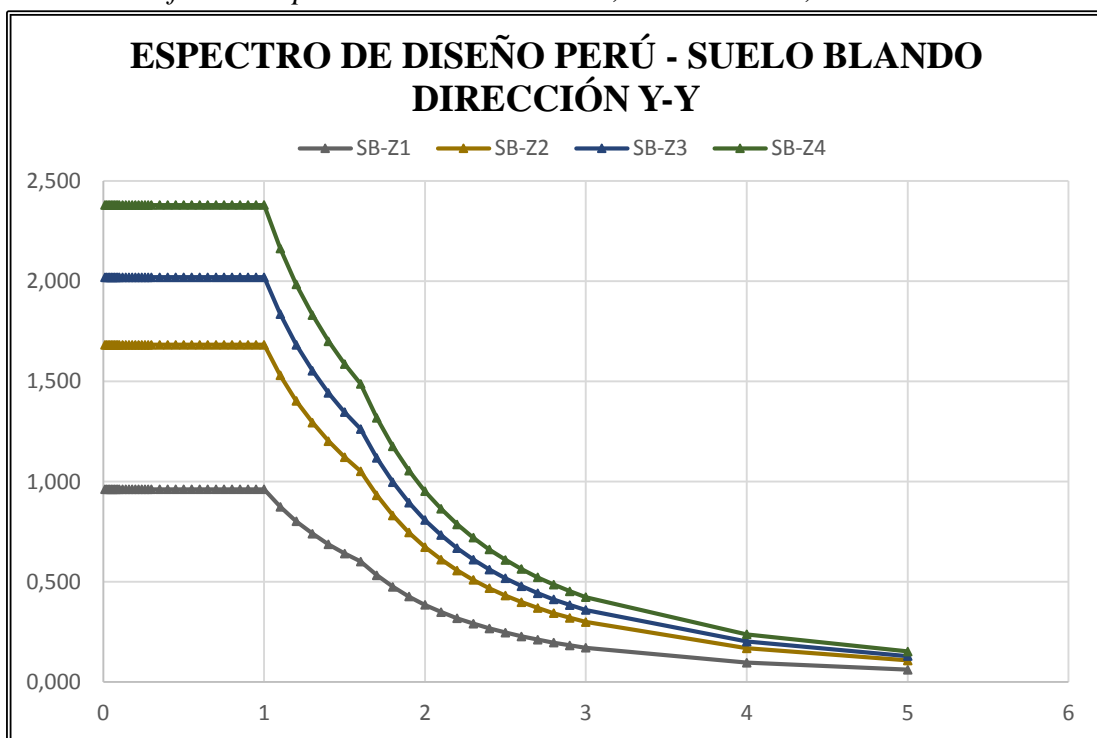
<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA PERÚ – SUELO BLANDO DIRECCIÓN Y-Y</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	0.962	1.683	2.020	2.380
0.02	0.962	1.683	2.020	2.380
0.03	0.962	1.683	2.020	2.380
0.04	0.962	1.683	2.020	2.380
0.05	0.962	1.683	2.020	2.380
0.06	0.962	1.683	2.020	2.380
0.07	0.962	1.683	2.020	2.380
0.08	0.962	1.683	2.020	2.380
0.09	0.962	1.683	2.020	2.380

0.1	0.962	1.683	2.020	2.380
0.12	0.962	1.683	2.020	2.380
0.14	0.962	1.683	2.020	2.380
0.16	0.962	1.683	2.020	2.380
0.18	0.962	1.683	2.020	2.380
0.2	0.962	1.683	2.020	2.380
0.22	0.962	1.683	2.020	2.380
0.24	0.962	1.683	2.020	2.380
0.26	0.962	1.683	2.020	2.380
0.28	0.962	1.683	2.020	2.380
<b>T</b>				
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.3	0.962	1.683	2.020	2.380
0.35	0.962	1.683	2.020	2.380
0.4	0.962	1.683	2.020	2.380
0.45	0.962	1.683	2.020	2.380
0.5	0.962	1.683	2.020	2.380
0.55	0.962	1.683	2.020	2.380
0.6	0.962	1.683	2.020	2.380
0.65	0.962	1.683	2.020	2.380
0.7	0.962	1.683	2.020	2.380
0.75	0.962	1.683	2.020	2.380
0.8	0.962	1.683	2.020	2.380
0.85	0.962	1.683	2.020	2.380
0.9	0.962	1.683	2.020	2.380
0.95	0.962	1.683	2.020	2.380
1	0.962	1.683	2.020	2.380
1.1	0.874	1.530	1.836	2.164
1.2	0.801	1.403	1.683	1.984
1.3	0.740	1.295	1.554	1.831
1.4	0.687	1.202	1.443	1.700
1.5	0.641	1.122	1.346	1.587
1.6	0.601	1.052	1.262	1.488
1.7	0.532	0.932	1.118	1.318
1.8	0.475	0.831	0.997	1.175
1.9	0.426	0.746	0.895	1.055
2	0.385	0.673	0.808	0.952
2.1	0.349	0.611	0.733	0.864
2.2	0.318	0.556	0.668	0.787
2.3	0.291	0.509	0.611	0.720
2.4	0.267	0.468	0.561	0.661
2.5	0.246	0.431	0.517	0.609

2.6	0.228	0.398	0.478	0.563
2.7	0.211	0.369	0.443	0.522
2.8	0.196	0.343	0.412	0.486
2.9	0.183	0.320	0.384	0.453
3	0.171	0.299	0.359	0.423
4	0.096	0.168	0.202	0.238
5	0.062	0.108	0.129	0.152
6	0.043	0.075	0.090	0.106
7	0.031	0.055	0.066	0.078
8	0.024	0.042	0.050	0.060

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 6: Espectro de diseño en Perú, dirección Y-Y, suelo blando.



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.10.2 Espectro de diseño sísmico en Chile

Se define el espectro de aceleraciones para Chile (NCh433, 2012), según la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{S \cdot A_0 \cdot \alpha}{\left(\frac{R^*}{I}\right)}$$

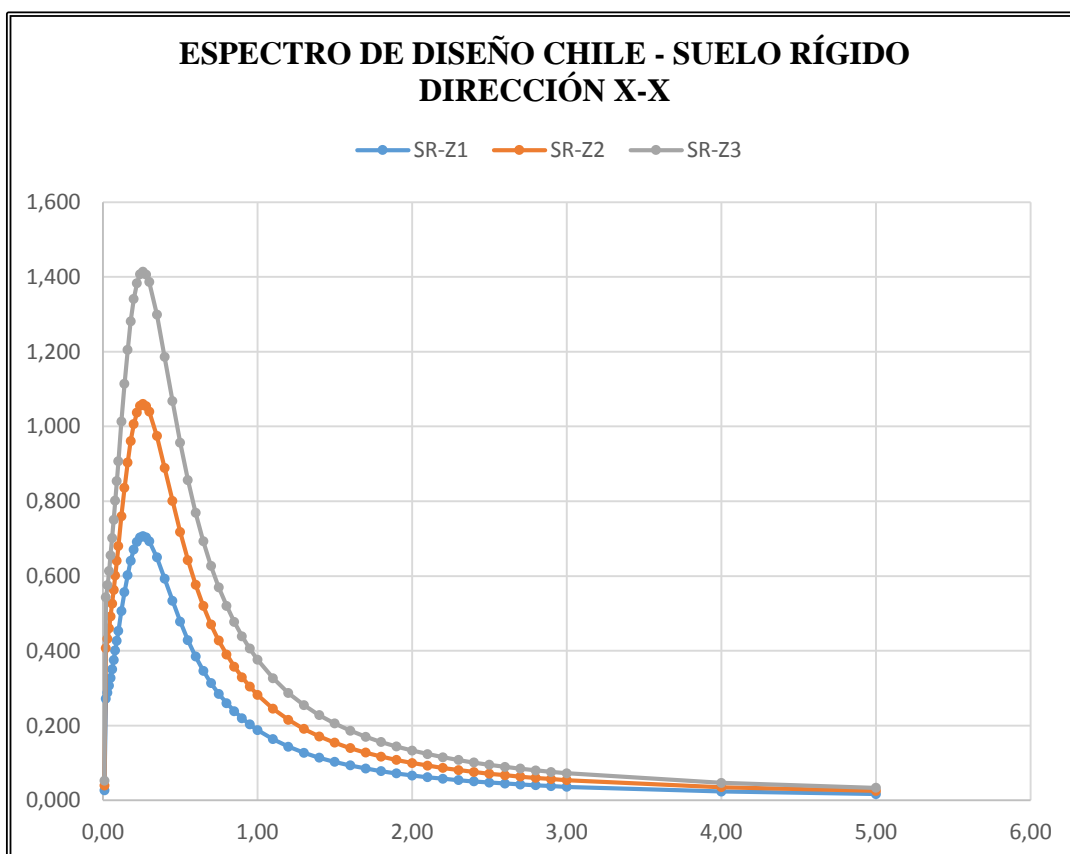
*Tabla 79: Espectro de diseño en Chile X-X – Suelo rígido*

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA CHILE – SUELO RÍGIDO</b>			
<b>DIRECCIÓN X-X</b>			
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
0.01	0.026	0.040	0.053
0.02	0.272	0.407	0.543
0.03	0.288	0.431	0.575
0.04	0.307	0.460	0.613
0.05	0.328	0.492	0.655
0.06	0.351	0.526	0.701
0.07	0.375	0.563	0.750
<b>T</b> <b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
0.08	0.401	0.601	0.801
0.09	0.427	0.640	0.854
0.10	0.454	0.680	0.907
0.12	0.507	0.760	1.013
0.14	0.557	0.836	1.114
0.16	0.602	0.904	1.205
0.18	0.641	0.961	1.282
0.20	0.671	1.006	1.341
0.22	0.692	1.037	1.383
0.24	0.703	1.055	1.407
0.26	0.707	1.060	1.414
0.28	0.703	1.055	1.406
0.30	0.693	1.040	1.386
0.35	0.650	0.975	1.299
0.40	0.593	0.889	1.186
0.45	0.534	0.801	1.068
0.50	0.478	0.717	0.957
0.55	0.428	0.642	0.857
0.60	0.384	0.577	0.769
0.65	0.346	0.520	0.693
0.70	0.313	0.470	0.627
0.75	0.285	0.427	0.570
0.80	0.260	0.390	0.520
0.85	0.238	0.358	0.477
0.90	0.219	0.329	0.439
0.95	0.203	0.304	0.406
1.00	0.188	0.282	0.376
1.10	0.163	0.245	0.327
1.20	0.143	0.215	0.287
1.30	0.127	0.191	0.255

1.40	0.114	0.171	0.228
1.50	0.103	0.154	0.205
1.60	0.093	0.140	0.186
1.70	0.085	0.128	0.170
1.80	0.078	0.117	0.156
1.90	0.072	0.108	0.144
2.00	0.067	0.100	0.133
2.10	0.062	0.093	0.124
2.20	0.058	0.086	0.115
2.30	0.054	0.081	0.108
2.40	0.051	0.076	0.101
<b>T</b>			
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
2.50	0.048	0.071	0.095
2.60	0.045	0.067	0.090
2.70	0.042	0.063	0.085
2.80	0.040	0.060	0.080
2.90	0.038	0.057	0.076
3.00	0.036	0.054	0.072
4.00	0.023	0.035	0.047
5.00	0.017	0.025	0.033
6.00	0.013	0.019	0.025
7.00	0.010	0.015	0.020
8.00	0.008	0.012	0.016

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 7: Espectro de diseño en Chile, dirección X-X, suelo rígido.



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 80: Espectro de diseño en Chile Y-Y – Suelo rígido**

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA CHILE – SUELO RÍGIDO</b>			
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>			
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
0.01	0.263	0.395	0.526
0.02	0.276	0.414	0.552
0.03	0.292	0.439	0.585
0.04	0.312	0.467	0.623
0.05	0.333	0.500	0.666
0.06	0.356	0.535	0.713
0.07	0.381	0.572	0.763
0.08	0.407	0.611	0.814
0.09	0.434	0.651	0.868
0.10	0.461	0.692	0.922
0.12	0.515	0.772	1.030
0.14	0.566	0.849	1.132
0.16	0.612	0.919	1.225
0.18	0.651	0.977	1.303
0.20	0.682	1.023	1.364
0.22	0.703	1.054	1.406
0.24	0.715	1.073	1.430
0.26	0.719	1.078	1.437
0.28	0.715	1.072	1.429
0.30	0.705	1.057	1.409
0.35	0.660	0.991	1.321
0.40	0.603	0.904	1.205
0.45	0.543	0.814	1.085
0.50	0.486	0.729	0.972
0.55	0.435	0.653	0.871
0.60	0.391	0.586	0.782
0.65	0.352	0.528	0.704
0.70	0.319	0.478	0.637

0.75	0.290	0.434	0.579
0.80	0.264	0.396	0.529
0.85	0.242	0.364	0.485
0.90	0.223	0.335	0.446
0.95	0.206	0.309	0.412
1.00	0.191	0.287	0.382
1.10	0.166	0.249	0.332
1.20	0.146	0.219	0.292
1.30	0.129	0.194	0.259
1.40	0.116	0.174	0.231
<b>T</b>			
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
1.50	0.104	0.157	0.209
1.60	0.095	0.142	0.189
1.70	0.086	0.130	0.173
1.80	0.079	0.119	0.159
1.90	0.073	0.110	0.146
2.00	0.068	0.101	0.135
2.10	0.063	0.094	0.126
2.20	0.059	0.088	0.117
2.30	0.055	0.082	0.110
2.40	0.051	0.077	0.103
2.50	0.048	0.072	0.097
2.60	0.046	0.068	0.091
2.70	0.043	0.064	0.086
2.80	0.041	0.061	0.081
2.90	0.039	0.058	0.077
3.00	0.037	0.055	0.073
4.00	0.024	0.036	0.048
5.00	0.017	0.025	0.034
6.00	0.013	0.019	0.026
7.00	0.010	0.015	0.020
8.00	0.008	0.013	0.017

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 8: Espectro de diseño en Chile, dirección Y-Y, suelo rígido.



*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 81: Espectro de diseño en Chile X-X – Suelo intermedio**

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA CHILE – SUELO INTERMEDIO</b>			
<b>DIRECCIÓN X-X</b>			
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
0.01	0.030	0.045	0.061
0.02	0.305	0.457	0.609
0.03	0.314	0.472	0.629
0.04	0.327	0.490	0.653
0.05	0.340	0.511	0.681
0.06	0.356	0.534	0.712
0.07	0.373	0.559	0.746
0.08	0.391	0.587	0.782
0.09	0.410	0.616	0.821
0.10	0.431	0.646	0.861
0.12	0.473	0.710	0.947
0.14	0.518	0.777	1.036
0.16	0.563	0.844	1.125
0.18	0.607	0.910	1.213
0.20	0.649	0.973	1.297
0.22	0.687	1.031	1.374
0.24	0.721	1.082	1.443
0.26	0.751	1.126	1.502
0.28	0.775	1.162	1.549
0.30	0.793	1.190	1.586
0.35	0.815	1.222	1.630
0.40	0.808	1.211	1.615
0.45	0.779	1.169	1.559
0.50	0.739	1.108	1.478
0.55	0.693	1.039	1.385
0.60	0.645	0.967	1.290
0.65	0.599	0.898	1.197
0.70	0.555	0.832	1.110



0.75	0.515	0.772	1.029
0.80	0.478	0.717	0.955
0.85	0.444	0.666	0.889
0.90	0.414	0.621	0.828
0.95	0.387	0.580	0.773
1.00	0.362	0.543	0.724
1.10	0.319	0.479	0.639
1.20	0.284	0.426	0.568
1.30	0.255	0.382	0.510
1.40	0.230	0.345	0.460
<b>T</b>			
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
1.50	0.209	0.314	0.419
1.60	0.191	0.287	0.383
1.70	0.176	0.264	0.352
1.80	0.162	0.244	0.325
1.90	0.151	0.226	0.301
2.00	0.140	0.210	0.280
2.10	0.131	0.196	0.262
2.20	0.123	0.184	0.245
2.30	0.115	0.173	0.230
2.40	0.108	0.163	0.217
2.50	0.102	0.154	0.205
2.60	0.097	0.145	0.194
2.70	0.092	0.138	0.184
2.80	0.087	0.131	0.175
2.90	0.083	0.125	0.166
3.00	0.079	0.119	0.158
4.00	0.053	0.079	0.106
5.00	0.039	0.058	0.077
6.00	0.030	0.045	0.060
7.00	0.024	0.036	0.048
8.00	0.020	0.030	0.040

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 9: Espectro de diseño en Chile, dirección X-X, suelo intermedio.



Fuente: Elaboración Propia

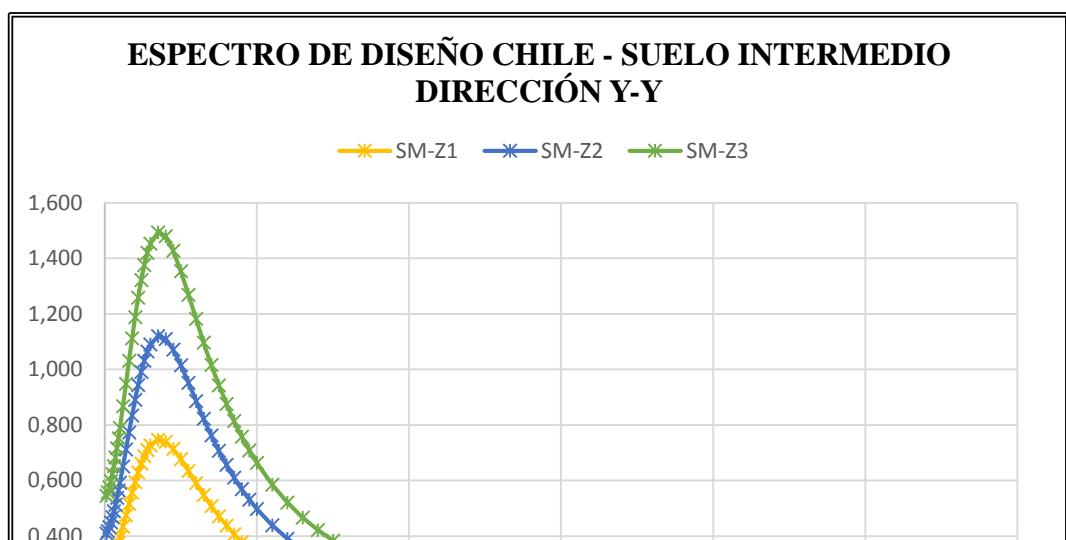
**Tabla 82: Espectro de diseño CHILE Y-Y – Suelo Intermedio**

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA CHILE – SUELO INTERMEDIO</b>			
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>			
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
0.01	0.272	0.408	0.545
0.02	0.279	0.419	0.558
0.03	0.288	0.432	0.576
0.04	0.299	0.449	0.598
0.05	0.312	0.468	0.624
0.06	0.326	0.489	0.652
0.07	0.342	0.512	0.683
0.08	0.358	0.537	0.717
0.09	0.376	0.564	0.752
0.10	0.395	0.592	0.789
0.12	0.434	0.650	0.867
0.14	0.474	0.712	0.949
0.16	0.515	0.773	1.031
0.18	0.556	0.834	1.112
0.20	0.594	0.891	1.188
0.22	0.629	0.944	1.259
0.24	0.661	0.991	1.322
0.26	0.688	1.032	1.376
0.28	0.710	1.065	1.419
0.30	0.727	1.090	1.453
0.35	0.747	1.120	1.493
0.40	0.740	1.110	1.480
0.45	0.714	1.071	1.428
0.50	0.677	1.015	1.354
0.55	0.635	0.952	1.269
0.60	0.591	0.886	1.182
0.65	0.548	0.823	1.097
0.70	0.508	0.763	1.017

0.75	0.471	0.707	0.943
0.80	0.438	0.656	0.875
0.85	0.407	0.611	0.814
0.90	0.379	0.569	0.759
0.95	0.354	0.531	0.709
1.00	0.332	0.497	0.663
1.10	0.293	0.439	0.585
1.20	0.260	0.391	0.521
1.30	0.233	0.350	0.467
1.40	0.211	0.316	0.422
<b>T</b>			
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
1.50	0.192	0.288	0.383
1.60	0.175	0.263	0.351
1.70	0.161	0.242	0.322
1.80	0.149	0.223	0.297
1.90	0.138	0.207	0.276
2.00	0.128	0.192	0.257
2.10	0.120	0.180	0.240
2.20	0.112	0.168	0.224
2.30	0.105	0.158	0.211
2.40	0.099	0.149	0.199
2.50	0.094	0.141	0.188
2.60	0.089	0.133	0.177
2.70	0.084	0.126	0.168
2.80	0.080	0.120	0.160
2.90	0.076	0.114	0.152
3.00	0.073	0.109	0.145
4.00	0.048	0.073	0.097
5.00	0.035	0.053	0.071
6.00	0.027	0.041	0.055
7.00	0.022	0.033	0.044
8.00	0.018	0.027	0.037

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 10: Espectro de diseño en Chile, dirección Y-Y, suelo intermedio.



Fuente: Elaboración Propia

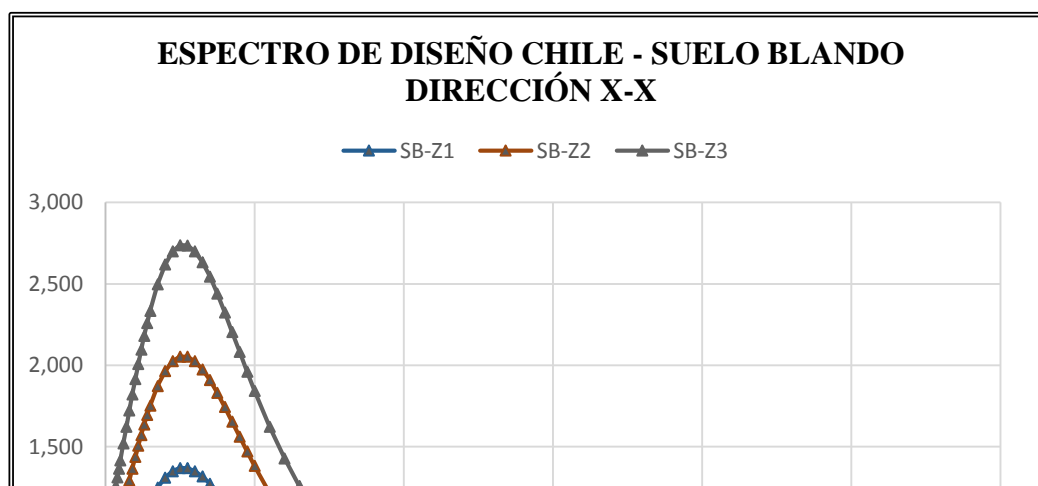
**Tabla 83: Espectro de diseño CHILE X-X – Suelo Blando**

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA CHILE – SUELO BLANDO</b>			
<b>DIRECCIÓN X-X</b>			
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
0.01	0.048	0.072	0.096
0.02	0.497	0.745	0.994
0.03	0.523	0.785	1.047
0.04	0.550	0.825	1.100
0.05	0.577	0.865	1.153
0.06	0.603	0.904	1.206
0.07	0.629	0.944	1.259
0.08	0.656	0.984	1.311
0.09	0.682	1.023	1.364
0.10	0.708	1.062	1.416
0.12	0.760	1.140	1.520
0.14	0.811	1.216	1.622
0.16	0.861	1.292	1.722
0.18	0.910	1.365	1.820
0.20	0.958	1.437	1.916
0.22	1.004	1.506	2.008
0.24	1.048	1.572	2.096
0.26	1.090	1.635	2.180
0.28	1.130	1.695	2.260
0.30	1.167	1.751	2.335
0.35	1.248	1.872	2.497
0.40	1.310	1.964	2.619
0.45	1.350	2.025	2.700
0.50	1.369	2.053	2.738
0.55	1.368	2.052	2.736
0.60	1.350	2.024	2.699
0.65	1.317	1.975	2.633

0.70	1.272	1.908	2.545
0.75	1.220	1.830	2.440
0.80	1.162	1.743	2.325
0.85	1.102	1.653	2.204
0.90	1.041	1.561	2.081
0.95	0.980	1.470	1.960
1.00	0.921	1.382	1.843
1.10	0.811	1.217	1.623
1.20	0.714	1.071	1.428
1.30	0.629	0.943	1.258
1.40	0.556	0.833	1.111
1.50	0.493	0.739	0.986
<b>T</b>			
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
1.60	0.439	0.659	0.878
1.70	0.393	0.589	0.786
1.80	0.353	0.530	0.706
1.90	0.319	0.478	0.637
2.00	0.289	0.433	0.578
2.10	0.263	0.394	0.526
2.20	0.240	0.360	0.480
2.30	0.220	0.330	0.440
2.40	0.202	0.303	0.405
2.50	0.187	0.280	0.373
2.60	0.173	0.259	0.345
2.70	0.160	0.240	0.320
2.80	0.149	0.223	0.298
2.90	0.139	0.208	0.278
3.00	0.130	0.195	0.259
4.00	0.073	0.109	0.145
5.00	0.046	0.069	0.093
6.00	0.032	0.048	0.064
7.00	0.023	0.035	0.047
8.00	0.018	0.027	0.036

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 11: Espectro de diseño en Chile, dirección X-X, suelo blando.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 84: Espectro de diseño CHILE Y-Y – Suelo Blando

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA CHILE – SUELO BLANDO</b>			
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>			
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
0.01	0.326	0.489	0.652
0.02	0.344	0.516	0.689
0.03	0.363	0.544	0.726
0.04	0.381	0.572	0.762
0.05	0.400	0.599	0.799
0.06	0.418	0.627	0.836
0.07	0.436	0.654	0.872
0.08	0.454	0.682	0.909
0.09	0.473	0.709	0.945
0.10	0.491	0.736	0.981
0.12	0.527	0.790	1.053
0.14	0.562	0.843	1.124
0.16	0.597	0.895	1.194
0.18	0.631	0.946	1.262
0.20	0.664	0.996	1.328
0.22	0.696	1.044	1.391
0.24	0.726	1.090	1.453
0.26	0.756	1.133	1.511
0.28	0.783	1.175	1.566
0.30	0.809	1.214	1.618
0.35	0.865	1.298	1.730
0.40	0.908	1.361	1.815
0.45	0.935	1.403	1.871
0.50	0.949	1.423	1.897
0.55	0.948	1.422	1.896
0.60	0.935	1.403	1.871

0.65	0.912	1.369	1.825
0.70	0.882	1.323	1.764
0.75	0.845	1.268	1.691
0.80	0.806	1.208	1.611
0.85	0.764	1.146	1.527
0.90	0.721	1.082	1.443
0.95	0.679	1.019	1.359
1.00	0.639	0.958	1.277
1.10	0.562	0.844	1.125
1.20	0.495	0.742	0.989
1.30	0.436	0.654	0.872
1.40	0.385	0.578	0.770
1.50	0.342	0.512	0.683
<b>T</b>			
<b>(...continuación)</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>
1.60	0.304	0.456	0.609
1.70	0.272	0.408	0.545
1.80	0.245	0.367	0.489
1.90	0.221	0.331	0.442
2.00	0.200	0.300	0.400
2.10	0.182	0.273	0.364
2.20	0.166	0.250	0.333
2.30	0.152	0.229	0.305
2.40	0.140	0.210	0.280
2.50	0.129	0.194	0.259
2.60	0.120	0.179	0.239
2.70	0.111	0.166	0.222
2.80	0.103	0.155	0.206
2.90	0.096	0.144	0.192
3.00	0.090	0.135	0.180
4.00	0.050	0.075	0.101
5.00	0.032	0.048	0.064
6.00	0.022	0.033	0.044
7.00	0.016	0.024	0.032
8.00	0.012	0.019	0.025

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 12: Espectro de diseño en Chile, dirección Y-Y, suelo blando.



Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.10.3 Espectro de diseño sísmico en Estados Unidos

Se define el espectro de aceleraciones para (IBC/ASCE7, 2016), según la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 S_a &= S_{DS} \left( 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \rightarrow T < T_0 \\
 S_a &= S_{DS} \rightarrow T_0 \leq T < T_S \\
 S_a &= \frac{S_{D1}}{T} \rightarrow T_S < T \leq T_L \\
 S_a &= \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2} \rightarrow T_L < T
 \end{aligned}$$

Tabla 85: Espectro de diseño en Estados Unidos X-X – Suelo rígido

ESPECTRO DE DISEÑO PARA EEUU – SUELO RÍGIDO						
DIRECCIÓN X-X						
T	Sa-Z1	Sa-Z2	Sa-Z3	Sa-Z4	Sa-Z5	Sa-Z6
0.01	0.257	0.514	0.704	0.939	1.173	1.421
0.02	0.293	0.586	0.796	1.061	1.326	1.618
0.03	0.329	0.658	0.888	1.183	1.479	1.815
0.04	0.365	0.729	0.979	1.306	1.632	2.011
0.05	0.401	0.801	1.071	1.428	1.785	2.208
0.06	0.437	0.873	1.163	1.551	1.938	2.405
0.07	0.472	0.945	1.255	1.673	2.091	2.602
0.08	0.508	1.017	1.347	1.796	2.245	2.798
0.09	0.544	1.089	1.439	1.918	2.398	2.995
0.10	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061

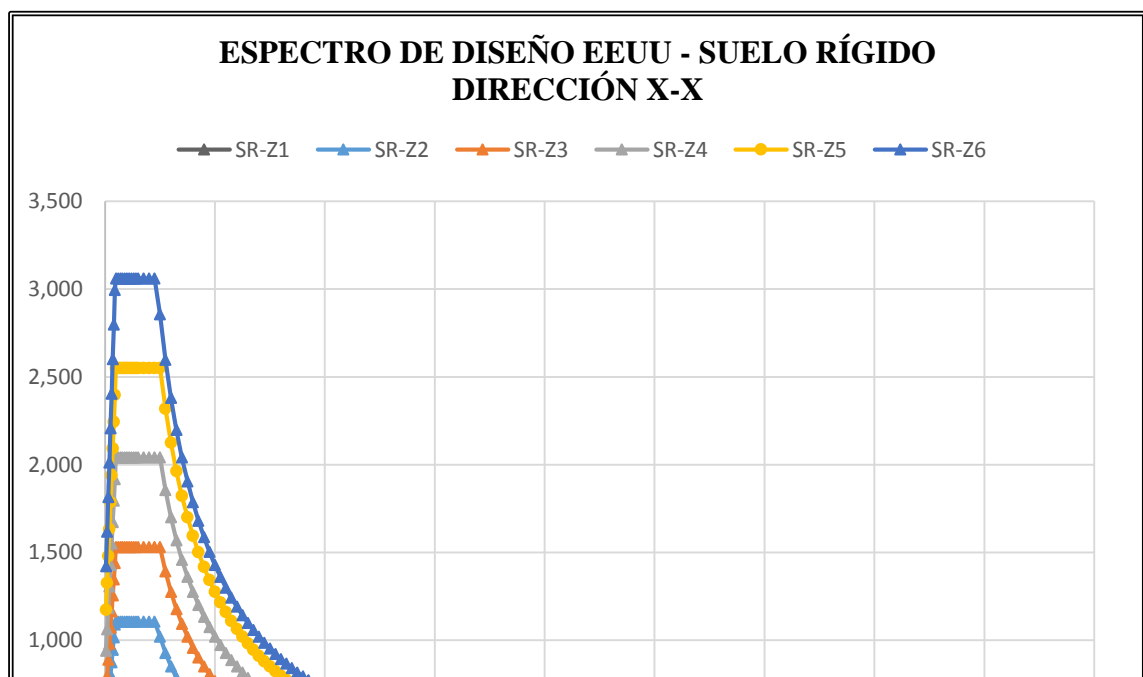


0.12	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.14	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.16	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.18	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.20	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.22	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.24	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.26	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.28	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.30	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.35	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.40	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
0.45	0.553	1.105	1.530	2.040	2.551	3.061
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
0.50	0.510	1.020	1.530	2.040	2.551	2.857
0.55	0.464	0.927	1.391	1.855	2.319	2.597
0.60	0.425	0.850	1.275	1.700	2.126	2.381
0.65	0.392	0.785	1.177	1.570	1.962	2.197
0.70	0.364	0.729	1.093	1.457	1.822	2.040
0.75	0.340	0.680	1.020	1.360	1.700	1.904
0.80	0.319	0.638	0.956	1.275	1.594	1.785
0.85	0.300	0.600	0.900	1.200	1.500	1.680
0.90	0.283	0.567	0.850	1.134	1.417	1.587
0.95	0.268	0.537	0.805	1.074	1.342	1.504
1.00	0.255	0.510	0.765	1.020	1.275	1.428
1.05	0.243	0.486	0.729	0.972	1.215	1.360
1.10	0.232	0.464	0.696	0.927	1.159	1.298
1.15	0.222	0.444	0.665	0.887	1.109	1.242
1.20	0.213	0.425	0.638	0.850	1.063	1.190
1.25	0.204	0.408	0.612	0.816	1.020	1.143
1.30	0.196	0.392	0.589	0.785	0.981	1.099
1.35	0.189	0.378	0.567	0.756	0.945	1.058
1.40	0.182	0.364	0.547	0.729	0.911	1.020
1.45	0.176	0.352	0.528	0.704	0.880	0.985
1.50	0.170	0.340	0.510	0.680	0.850	0.952
1.55	0.165	0.329	0.494	0.658	0.823	0.922
1.60	0.159	0.319	0.478	0.638	0.797	0.893
1.65	0.155	0.309	0.464	0.618	0.773	0.866
1.70	0.150	0.300	0.450	0.600	0.750	0.840
1.75	0.146	0.291	0.437	0.583	0.729	0.816
1.80	0.142	0.283	0.425	0.567	0.709	0.794
1.85	0.138	0.276	0.414	0.551	0.689	0.772
1.90	0.134	0.268	0.403	0.537	0.671	0.752

1.95	0.131	0.262	0.392	0.523	0.654	0.732
2.00	0.128	0.255	0.383	0.510	0.638	0.714
2.10	0.121	0.243	0.364	0.486	0.607	0.680
2.20	0.116	0.232	0.348	0.464	0.580	0.649
2.30	0.111	0.222	0.333	0.444	0.554	0.621
2.40	0.106	0.213	0.319	0.425	0.531	0.595
2.50	0.102	0.204	0.306	0.408	0.510	0.571
2.60	0.098	0.196	0.294	0.392	0.491	0.549
2.70	0.094	0.189	0.283	0.378	0.472	0.529
2.80	0.091	0.182	0.273	0.364	0.455	0.510
2.90	0.088	0.176	0.264	0.352	0.440	0.493
3.00	0.085	0.170	0.255	0.340	0.425	0.476
3.10	0.082	0.165	0.247	0.329	0.411	0.461
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
3.20	0.080	0.159	0.239	0.319	0.399	0.446
3.30	0.077	0.155	0.232	0.309	0.386	0.433
3.40	0.075	0.150	0.225	0.300	0.375	0.420
3.50	0.073	0.146	0.219	0.291	0.364	0.408
3.60	0.071	0.142	0.213	0.283	0.354	0.397
3.70	0.069	0.138	0.207	0.276	0.345	0.386
3.80	0.067	0.134	0.201	0.268	0.336	0.376
3.90	0.065	0.131	0.196	0.262	0.327	0.366
4.00	0.064	0.128	0.191	0.255	0.319	0.357
4.50	0.057	0.113	0.170	0.227	0.283	0.317
5.00	0.051	0.102	0.153	0.204	0.255	0.286
5.50	0.046	0.093	0.139	0.185	0.232	0.260
6.00	0.043	0.085	0.128	0.170	0.213	0.238
7.00	0.036	0.073	0.109	0.146	0.182	0.204
8.00	0.032	0.064	0.096	0.128	0.159	0.179

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 13: Espectro de diseño en Estados Unidos, dirección X-X, suelo rígido.



Fuente: Elaboración Propia

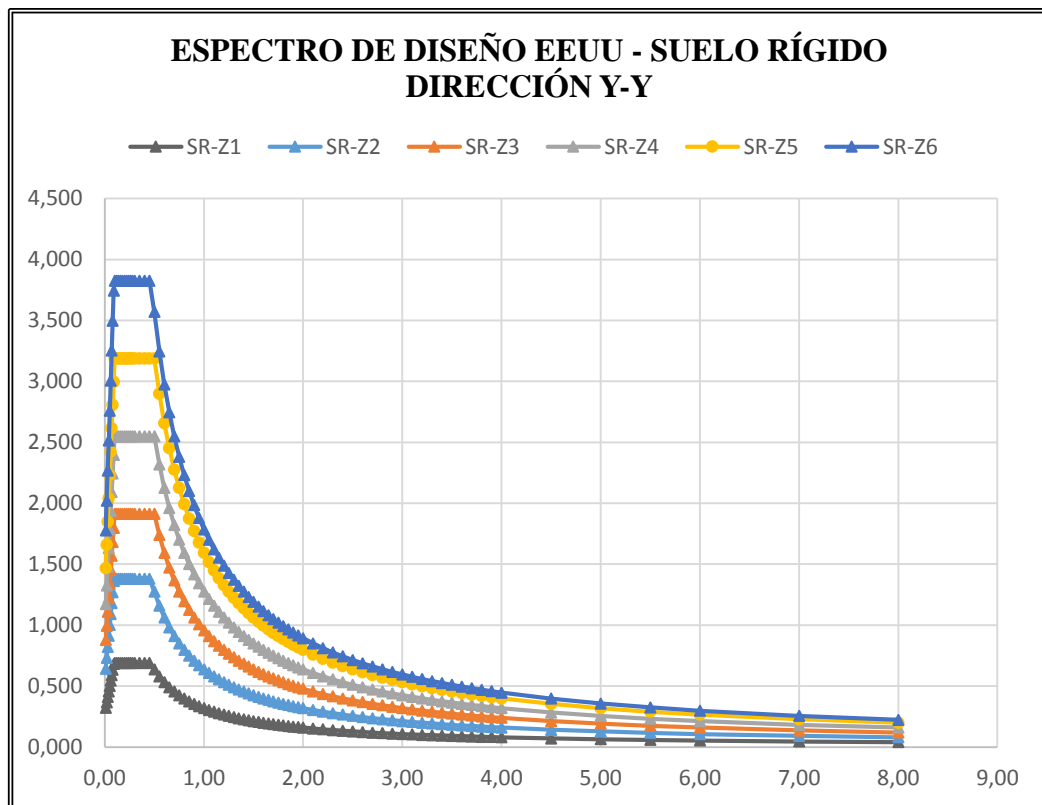
Tabla 86: Espectro de diseño en Estados Unidos Y-Y – Suelo rígido

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA EEUU – SUELO RÍGIDO</b>						
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>						
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
0.01	0.321	0.642	0.880	1.173	1.467	1.776
0.02	0.366	0.732	0.995	1.326	1.658	2.022
0.03	0.411	0.822	1.110	1.479	1.849	2.268
0.04	0.456	0.912	1.224	1.632	2.040	2.514
0.05	0.501	1.002	1.339	1.785	2.232	2.760
0.06	0.546	1.091	1.454	1.938	2.423	3.006
0.07	0.591	1.181	1.569	2.091	2.614	3.252
0.08	0.636	1.271	1.683	2.245	2.806	3.498
0.09	0.680	1.361	1.798	2.398	2.997	3.744
0.10	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.12	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.14	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.16	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.18	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.20	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.22	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.24	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.26	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.28	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.30	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.35	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.40	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.45	0.691	1.382	1.913	2.551	3.188	3.826
0.50	0.638	1.275	1.913	2.551	3.188	3.571
0.55	0.580	1.159	1.739	2.319	2.898	3.246
0.60	0.531	1.063	1.594	2.126	2.657	2.976
0.65	0.491	0.981	1.472	1.962	2.453	2.747

0.70	0.455	0.911	1.366	1.822	2.277	2.551
0.75	0.425	0.850	1.275	1.700	2.126	2.381
0.80	0.399	0.797	1.196	1.594	1.993	2.232
0.85	0.375	0.750	1.125	1.500	1.875	2.100
0.90	0.354	0.709	1.063	1.417	1.771	1.984
0.95	0.336	0.671	1.007	1.342	1.678	1.879
1.00	0.319	0.638	0.956	1.275	1.594	1.785
1.05	0.304	0.607	0.911	1.215	1.518	1.700
1.10	0.290	0.580	0.870	1.159	1.449	1.623
1.15	0.277	0.554	0.832	1.109	1.386	1.553
1.20	0.266	0.531	0.797	1.063	1.328	1.488
1.25	0.255	0.510	0.765	1.020	1.275	1.428
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
1.30	0.245	0.491	0.736	0.981	1.226	1.373
1.35	0.236	0.472	0.709	0.945	1.181	1.323
1.40	0.228	0.455	0.683	0.911	1.139	1.275
1.45	0.220	0.440	0.660	0.880	1.099	1.231
1.50	0.213	0.425	0.638	0.850	1.063	1.190
1.55	0.206	0.411	0.617	0.823	1.028	1.152
1.60	0.199	0.399	0.598	0.797	0.996	1.116
1.65	0.193	0.386	0.580	0.773	0.966	1.082
1.70	0.188	0.375	0.563	0.750	0.938	1.050
1.75	0.182	0.364	0.547	0.729	0.911	1.020
1.80	0.177	0.354	0.531	0.709	0.886	0.992
1.85	0.172	0.345	0.517	0.689	0.862	0.965
1.90	0.168	0.336	0.503	0.671	0.839	0.940
1.95	0.164	0.327	0.491	0.654	0.818	0.916
2.00	0.159	0.319	0.478	0.638	0.797	0.893
2.10	0.152	0.304	0.455	0.607	0.759	0.850
2.20	0.145	0.290	0.435	0.580	0.725	0.812
2.30	0.139	0.277	0.416	0.554	0.693	0.776
2.40	0.133	0.266	0.399	0.531	0.664	0.744
2.50	0.128	0.255	0.383	0.510	0.638	0.714
2.60	0.123	0.245	0.368	0.491	0.613	0.687
2.70	0.118	0.236	0.354	0.472	0.590	0.661
2.80	0.114	0.228	0.342	0.455	0.569	0.638
2.90	0.110	0.220	0.330	0.440	0.550	0.616
3.00	0.106	0.213	0.319	0.425	0.531	0.595
3.10	0.103	0.206	0.309	0.411	0.514	0.576
3.20	0.100	0.199	0.299	0.399	0.498	0.558
3.30	0.097	0.193	0.290	0.386	0.483	0.541
3.40	0.094	0.188	0.281	0.375	0.469	0.525
3.50	0.091	0.182	0.273	0.364	0.455	0.510

3.60	0.089	0.177	0.266	0.354	0.443	0.496
3.70	0.086	0.172	0.259	0.345	0.431	0.483
3.80	0.084	0.168	0.252	0.336	0.420	0.470
3.90	0.082	0.164	0.245	0.327	0.409	0.458
4.00	0.080	0.159	0.239	0.319	0.399	0.446
4.50	0.071	0.142	0.213	0.283	0.354	0.397
5.00	0.064	0.128	0.191	0.255	0.319	0.357
5.50	0.058	0.116	0.174	0.232	0.290	0.325
6.00	0.053	0.106	0.159	0.213	0.266	0.298
7.00	0.046	0.091	0.137	0.182	0.228	0.255
8.00	0.040	0.080	0.120	0.159	0.199	0.223

Gráfico 14: Espectro de diseño en Estados Unidos, dirección Y-Y, suelo rígido.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 87: Espectro de diseño en Estados Unidos X-X – Suelo intermedio

ESPECTRO DE DISEÑO PARA EEUU – SUELO INTERMEDIO DIRECCIÓN X-X						
T	Sa-Z1	Sa-Z2	Sa-Z3	Sa-Z4	Sa-Z5	Sa-Z6
0.01	0.306	0.533	0.681	0.829	0.939	1.133
0.02	0.340	0.590	0.750	0.911	1.027	1.245
0.03	0.374	0.647	0.819	0.992	1.116	1.358

0.04	0.408	0.703	0.888	1.073	1.204	1.470
0.05	0.442	0.760	0.956	1.154	1.293	1.583
0.06	0.476	0.817	1.025	1.235	1.382	1.695
0.07	0.510	0.874	1.094	1.317	1.470	1.808
0.08	0.544	0.931	1.163	1.398	1.559	1.920
0.09	0.578	0.987	1.232	1.479	1.647	2.033
0.10	0.612	1.044	1.301	1.560	1.736	2.146
0.12	0.680	1.158	1.439	1.723	1.913	2.371
0.14	0.680	1.190	1.530	1.870	2.090	2.551
0.16	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.18	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.20	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.22	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
0.24	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.26	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.28	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.30	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.35	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.40	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.45	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.50	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.55	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.60	0.680	1.190	1.530	1.870	2.126	2.551
0.65	0.628	1.151	1.530	1.870	2.126	2.551
0.70	0.583	1.069	1.457	1.846	2.126	2.478
0.75	0.544	0.998	1.360	1.723	2.040	2.313
0.80	0.510	0.935	1.275	1.615	1.913	2.168
0.85	0.480	0.880	1.200	1.520	1.800	2.040
0.90	0.453	0.831	1.134	1.436	1.700	1.927
0.95	0.430	0.788	1.074	1.360	1.611	1.826
1.00	0.408	0.748	1.020	1.292	1.530	1.734
1.05	0.389	0.713	0.972	1.231	1.457	1.652
1.10	0.371	0.680	0.927	1.175	1.391	1.577
1.15	0.355	0.651	0.887	1.124	1.331	1.508
1.20	0.340	0.623	0.850	1.077	1.275	1.445
1.25	0.326	0.599	0.816	1.034	1.224	1.388
1.30	0.314	0.576	0.785	0.994	1.177	1.334
1.35	0.302	0.554	0.756	0.957	1.134	1.285
1.40	0.291	0.534	0.729	0.923	1.093	1.239
1.45	0.281	0.516	0.704	0.891	1.055	1.196
1.50	0.272	0.499	0.680	0.862	1.020	1.156
1.55	0.263	0.483	0.658	0.834	0.987	1.119

1.60	0.255	0.468	0.638	0.808	0.956	1.084
1.65	0.247	0.453	0.618	0.783	0.927	1.051
1.70	0.240	0.440	0.600	0.760	0.900	1.020
1.75	0.233	0.428	0.583	0.738	0.874	0.991
1.80	0.227	0.416	0.567	0.718	0.850	0.964
1.85	0.221	0.404	0.551	0.699	0.827	0.938
1.90	0.215	0.394	0.537	0.680	0.805	0.913
1.95	0.209	0.384	0.523	0.663	0.785	0.889
2.00	0.204	0.374	0.510	0.646	0.765	0.867
2.10	0.194	0.356	0.486	0.615	0.729	0.826
2.20	0.185	0.340	0.464	0.587	0.696	0.788
2.30	0.177	0.325	0.444	0.562	0.665	0.754
2.40	0.170	0.312	0.425	0.538	0.638	0.723
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
2.50	0.163	0.299	0.408	0.517	0.612	0.694
2.60	0.157	0.288	0.392	0.497	0.589	0.667
2.70	0.151	0.277	0.378	0.479	0.567	0.642
2.80	0.146	0.267	0.364	0.462	0.547	0.619
2.90	0.141	0.258	0.352	0.446	0.528	0.598
3.00	0.136	0.249	0.340	0.431	0.510	0.578
3.10	0.132	0.241	0.329	0.417	0.494	0.559
3.20	0.128	0.234	0.319	0.404	0.478	0.542
3.30	0.124	0.227	0.309	0.392	0.464	0.526
3.40	0.120	0.220	0.300	0.380	0.450	0.510
3.50	0.117	0.214	0.291	0.369	0.437	0.496
3.60	0.113	0.208	0.283	0.359	0.425	0.482
3.70	0.110	0.202	0.276	0.349	0.414	0.469
3.80	0.107	0.197	0.268	0.340	0.403	0.456
3.90	0.105	0.192	0.262	0.331	0.392	0.445
4.00	0.102	0.187	0.255	0.323	0.383	0.434
4.50	0.091	0.166	0.227	0.287	0.340	0.385
5.00	0.082	0.150	0.204	0.258	0.306	0.347
5.50	0.074	0.136	0.185	0.235	0.278	0.315
6.00	0.068	0.125	0.170	0.215	0.255	0.289
7.00	0.058	0.107	0.146	0.185	0.219	0.248
8.00	0.051	0.094	0.128	0.162	0.191	0.217

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 15: Espectro de diseño en EEUU, dirección X-X, suelo intermedio.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 88: Espectro de diseño en Estados Unidos Y-Y – Suelo intermedio

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA EEUU – SUELO INTERMEDIO</b>						
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>						
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
0.01	0.383	0.666	0.851	1.037	1.173	1.416
0.02	0.425	0.737	0.937	1.138	1.284	1.557
0.03	0.468	0.808	1.023	1.240	1.395	1.697
0.04	0.510	0.879	1.110	1.341	1.506	1.838
0.05	0.553	0.950	1.196	1.443	1.616	1.979
0.06	0.595	1.021	1.282	1.544	1.727	2.119
0.07	0.638	1.092	1.368	1.646	1.838	2.260
0.08	0.680	1.163	1.454	1.747	1.948	2.401
0.09	0.723	1.234	1.540	1.849	2.059	2.541
0.10	0.765	1.305	1.626	1.950	2.170	2.682
0.12	0.850	1.447	1.798	2.153	2.391	2.963
0.14	0.850	1.488	1.913	2.338	2.613	3.188
0.16	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.18	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.20	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.22	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.24	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.26	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.28	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.30	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.35	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.40	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.45	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.50	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.55	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188
0.60	0.850	1.488	1.913	2.338	2.657	3.188

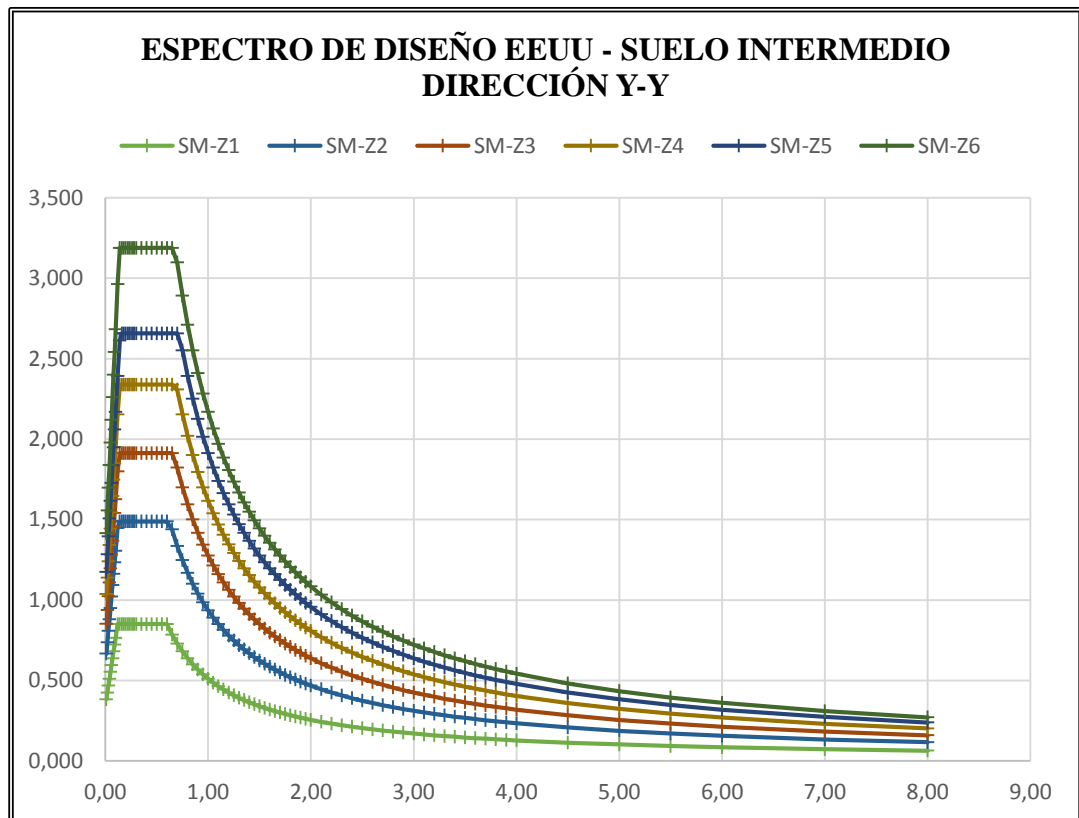


0.65	0.785	1.439	1.913	2.338	2.657	3.188
0.70	0.729	1.336	1.822	2.308	2.657	3.097
0.75	0.680	1.247	1.700	2.154	2.551	2.891
0.80	0.638	1.169	1.594	2.019	2.391	2.710
0.85	0.600	1.100	1.500	1.900	2.251	2.551
0.90	0.567	1.039	1.417	1.795	2.126	2.409
0.95	0.537	0.984	1.342	1.700	2.014	2.282
1.00	0.510	0.935	1.275	1.615	1.913	2.168
1.05	0.486	0.891	1.215	1.538	1.822	2.065
1.10	0.464	0.850	1.159	1.469	1.739	1.971
1.15	0.444	0.813	1.109	1.405	1.663	1.885
1.20	0.425	0.779	1.063	1.346	1.594	1.807
1.25	0.408	0.748	1.020	1.292	1.530	1.734
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
1.30	0.392	0.719	0.981	1.243	1.472	1.668
1.35	0.378	0.693	0.945	1.197	1.417	1.606
1.40	0.364	0.668	0.911	1.154	1.366	1.549
1.45	0.352	0.645	0.880	1.114	1.319	1.495
1.50	0.340	0.623	0.850	1.077	1.275	1.445
1.55	0.329	0.603	0.823	1.042	1.234	1.399
1.60	0.319	0.585	0.797	1.010	1.196	1.355
1.65	0.309	0.567	0.773	0.979	1.159	1.314
1.70	0.300	0.550	0.750	0.950	1.125	1.275
1.75	0.291	0.534	0.729	0.923	1.093	1.239
1.80	0.283	0.520	0.709	0.897	1.063	1.204
1.85	0.276	0.506	0.689	0.873	1.034	1.172
1.90	0.268	0.492	0.671	0.850	1.007	1.141
1.95	0.262	0.480	0.654	0.828	0.981	1.112
2.00	0.255	0.468	0.638	0.808	0.956	1.084
2.10	0.243	0.445	0.607	0.769	0.911	1.032
2.20	0.232	0.425	0.580	0.734	0.870	0.985
2.30	0.222	0.407	0.554	0.702	0.832	0.943
2.40	0.213	0.390	0.531	0.673	0.797	0.903
2.50	0.204	0.374	0.510	0.646	0.765	0.867
2.60	0.196	0.360	0.491	0.621	0.736	0.834
2.70	0.189	0.346	0.472	0.598	0.709	0.803
2.80	0.182	0.334	0.455	0.577	0.683	0.774
2.90	0.176	0.322	0.440	0.557	0.660	0.748
3.00	0.170	0.312	0.425	0.538	0.638	0.723
3.10	0.165	0.302	0.411	0.521	0.617	0.699
3.20	0.159	0.292	0.399	0.505	0.598	0.678
3.30	0.155	0.283	0.386	0.490	0.580	0.657
3.40	0.150	0.275	0.375	0.475	0.563	0.638

3.50	0.146	0.267	0.364	0.462	0.547	0.619
3.60	0.142	0.260	0.354	0.449	0.531	0.602
3.70	0.138	0.253	0.345	0.437	0.517	0.586
3.80	0.134	0.246	0.336	0.425	0.503	0.571
3.90	0.131	0.240	0.327	0.414	0.491	0.556
4.00	0.128	0.234	0.319	0.404	0.478	0.542
4.50	0.113	0.208	0.283	0.359	0.425	0.482
5.00	0.102	0.187	0.255	0.323	0.383	0.434
5.50	0.093	0.170	0.232	0.294	0.348	0.394
6.00	0.085	0.156	0.213	0.269	0.319	0.361
7.00	0.073	0.134	0.182	0.231	0.273	0.310
8.00	0.064	0.117	0.159	0.202	0.239	0.271

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 16: Espectro de diseño en EEUU, dirección Y-Y, suelo intermedio.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 89: Espectro de diseño en Estados Unidos X-X – Suelo blando

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA EEUU – SUELO BLANDO</b>						
<b>DIRECCIÓN X-X</b>						
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
0.01	0.452	0.622	0.702	0.711	0.888	1.066
0.02	0.496	0.666	0.740	0.741	0.926	1.111
0.03	0.539	0.710	0.779	0.771	0.964	1.157

0.04	0.583	0.754	0.817	0.802	1.002	1.202
0.05	0.627	0.798	0.856	0.832	1.040	1.248
0.06	0.670	0.841	0.894	0.862	1.078	1.294
0.07	0.714	0.885	0.933	0.893	1.116	1.339
0.08	0.758	0.929	0.971	0.923	1.154	1.385
0.09	0.802	0.973	1.010	0.953	1.192	1.430
0.10	0.845	1.017	1.048	0.984	1.230	1.476
0.12	0.933	1.105	1.125	1.045	1.306	1.567
0.14	1.020	1.192	1.202	1.105	1.382	1.658
0.16	1.020	1.280	1.279	1.166	1.457	1.749
0.18	1.020	1.368	1.356	1.227	1.533	1.840
0.20	1.020	1.445	1.433	1.287	1.609	1.931
0.22	1.020	1.445	1.510	1.348	1.685	2.022
0.24	1.020	1.445	1.587	1.409	1.761	2.113
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
0.26	1.020	1.445	1.658	1.470	1.837	2.204
0.28	1.020	1.445	1.658	1.530	1.913	2.296
0.30	1.020	1.445	1.658	1.591	1.989	2.387
0.35	1.020	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.40	1.020	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.45	1.020	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.50	1.020	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.55	1.020	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.60	1.020	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.65	1.020	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.70	1.020	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.75	0.952	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.80	0.893	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.85	0.840	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.90	0.794	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
0.95	0.752	1.445	1.658	1.700	2.126	2.551
1.00	0.714	1.428	1.658	1.700	2.126	2.551
1.05	0.680	1.360	1.658	1.700	2.126	2.551
1.10	0.649	1.298	1.658	1.700	2.126	2.551
1.15	0.621	1.242	1.658	1.700	2.126	2.551
1.20	0.595	1.190	1.658	1.700	2.126	2.551
1.25	0.571	1.143	1.658	1.700	2.126	2.551
1.30	0.549	1.099	1.648	1.700	2.126	2.551
1.35	0.529	1.058	1.587	1.700	2.126	2.551
1.40	0.510	1.020	1.530	1.700	2.126	2.551
1.45	0.493	0.985	1.478	1.700	2.126	2.551
1.50	0.476	0.952	1.428	1.700	2.126	2.551
1.55	0.461	0.922	1.382	1.700	2.126	2.551

1.60	0.446	0.893	1.339	1.700	2.126	2.551
1.65	0.433	0.866	1.298	1.700	2.126	2.551
1.70	0.420	0.840	1.260	1.680	2.100	2.521
1.75	0.408	0.816	1.224	1.632	2.040	2.449
1.80	0.397	0.794	1.190	1.587	1.984	2.381
1.85	0.386	0.772	1.158	1.544	1.930	2.316
1.90	0.376	0.752	1.128	1.504	1.879	2.255
1.95	0.366	0.732	1.099	1.465	1.831	2.197
2.00	0.357	0.714	1.071	1.428	1.785	2.143
2.10	0.340	0.680	1.020	1.360	1.700	2.040
2.20	0.325	0.649	0.974	1.298	1.623	1.948
2.30	0.311	0.621	0.932	1.242	1.553	1.863
2.40	0.298	0.595	0.893	1.190	1.488	1.785
2.50	0.286	0.571	0.857	1.143	1.428	1.714
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
2.60	0.275	0.549	0.824	1.099	1.373	1.648
2.70	0.265	0.529	0.794	1.058	1.323	1.587
2.80	0.255	0.510	0.765	1.020	1.275	1.530
2.90	0.246	0.493	0.739	0.985	1.231	1.478
3.00	0.238	0.476	0.714	0.952	1.190	1.428
3.10	0.230	0.461	0.691	0.922	1.152	1.382
3.20	0.223	0.446	0.670	0.893	1.116	1.339
3.30	0.216	0.433	0.649	0.866	1.082	1.298
3.40	0.210	0.420	0.630	0.840	1.050	1.260
3.50	0.204	0.408	0.612	0.816	1.020	1.224
3.60	0.198	0.397	0.595	0.794	0.992	1.190
3.70	0.193	0.386	0.579	0.772	0.965	1.158
3.80	0.188	0.376	0.564	0.752	0.940	1.128
3.90	0.183	0.366	0.549	0.732	0.916	1.099
4.00	0.179	0.357	0.536	0.714	0.893	1.071
4.50	0.159	0.317	0.476	0.635	0.794	0.952
5.00	0.143	0.286	0.429	0.571	0.714	0.857
5.50	0.130	0.260	0.390	0.519	0.649	0.779
6.00	0.119	0.238	0.357	0.476	0.595	0.714
7.00	0.102	0.204	0.306	0.408	0.510	0.612
8.00	0.089	0.179	0.268	0.357	0.446	0.536

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 17: Espectro de diseño en Estados Unidos, dirección X-X, suelo blando.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90: Espectro de diseño en Estados Unidos Y-Y – Suelo blando

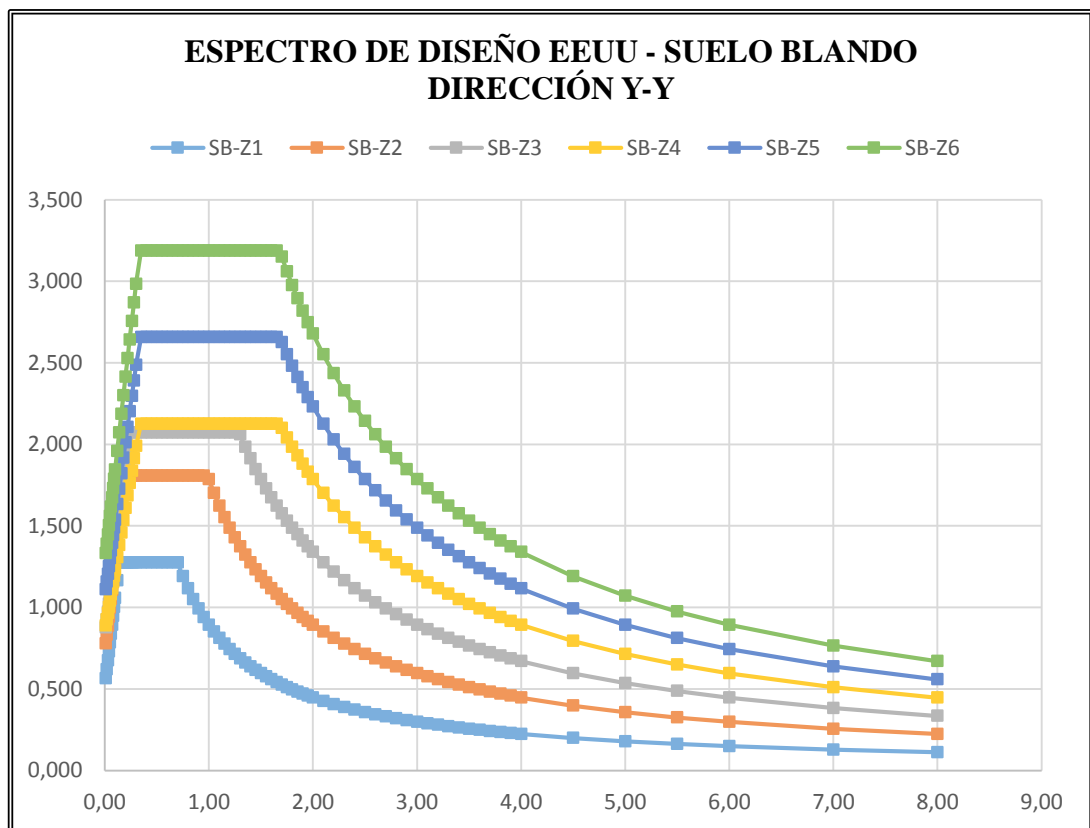
<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA EEUU – SUELO BLANDO</b>						
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>						
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
0.01	0.565	0.778	0.877	0.888	1.110	1.332
0.02	0.619	0.832	0.925	0.926	1.158	1.389
0.03	0.674	0.887	0.973	0.964	1.205	1.446
0.04	0.729	0.942	1.021	1.002	1.253	1.503
0.05	0.783	0.997	1.069	1.040	1.300	1.560
0.06	0.838	1.052	1.118	1.078	1.347	1.617
0.07	0.893	1.107	1.166	1.116	1.395	1.674
0.08	0.947	1.161	1.214	1.154	1.442	1.731
0.09	1.002	1.216	1.262	1.192	1.490	1.788
0.10	1.057	1.271	1.310	1.230	1.537	1.845
0.12	1.166	1.381	1.406	1.306	1.632	1.958
0.14	1.275	1.491	1.502	1.382	1.727	2.072
0.16	1.275	1.600	1.599	1.457	1.822	2.186
0.18	1.275	1.710	1.695	1.533	1.917	2.300
0.20	1.275	1.807	1.791	1.609	2.012	2.414
0.22	1.275	1.807	1.887	1.685	2.107	2.528
0.24	1.275	1.807	1.984	1.761	2.201	2.642
0.26	1.275	1.807	2.072	1.837	2.296	2.756
0.28	1.275	1.807	2.072	1.913	2.391	2.869
0.30	1.275	1.807	2.072	1.989	2.486	2.983
0.35	1.275	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.40	1.275	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.45	1.275	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.50	1.275	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.55	1.275	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188

0.60	1.275	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.65	1.275	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.70	1.275	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.75	1.190	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.80	1.116	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.85	1.050	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.90	0.992	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
0.95	0.940	1.807	2.072	2.126	2.657	3.188
1.00	0.893	1.785	2.072	2.126	2.657	3.188
1.05	0.850	1.700	2.072	2.126	2.657	3.188
1.10	0.812	1.623	2.072	2.126	2.657	3.188
1.15	0.776	1.553	2.072	2.126	2.657	3.188
1.20	0.744	1.488	2.072	2.126	2.657	3.188
1.25	0.714	1.428	2.072	2.126	2.657	3.188
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>	<b>Sa-Z5</b>	<b>Sa-Z6</b>
1.30	0.687	1.373	2.060	2.126	2.657	3.188
1.35	0.661	1.323	1.984	2.126	2.657	3.188
1.40	0.638	1.275	1.913	2.126	2.657	3.188
1.45	0.616	1.231	1.847	2.126	2.657	3.188
1.50	0.595	1.190	1.785	2.126	2.657	3.188
1.55	0.576	1.152	1.728	2.126	2.657	3.188
1.60	0.558	1.116	1.674	2.126	2.657	3.188
1.65	0.541	1.082	1.623	2.126	2.657	3.188
1.70	0.525	1.050	1.575	2.100	2.626	3.151
1.75	0.510	1.020	1.530	2.040	2.551	3.061
1.80	0.496	0.992	1.488	1.984	2.480	2.976
1.85	0.483	0.965	1.448	1.930	2.413	2.895
1.90	0.470	0.940	1.410	1.879	2.349	2.819
1.95	0.458	0.916	1.373	1.831	2.289	2.747
2.00	0.446	0.893	1.339	1.785	2.232	2.678
2.10	0.425	0.850	1.275	1.700	2.126	2.551
2.20	0.406	0.812	1.217	1.623	2.029	2.435
2.30	0.388	0.776	1.164	1.553	1.941	2.329
2.40	0.372	0.744	1.116	1.488	1.860	2.232
2.50	0.357	0.714	1.071	1.428	1.785	2.143
2.60	0.343	0.687	1.030	1.373	1.717	2.060
2.70	0.331	0.661	0.992	1.323	1.653	1.984
2.80	0.319	0.638	0.956	1.275	1.594	1.913
2.90	0.308	0.616	0.923	1.231	1.539	1.847
3.00	0.298	0.595	0.893	1.190	1.488	1.785
3.10	0.288	0.576	0.864	1.152	1.440	1.728
3.20	0.279	0.558	0.837	1.116	1.395	1.674
3.30	0.271	0.541	0.812	1.082	1.353	1.623

3.40	0.263	0.525	0.788	1.050	1.313	1.575
3.50	0.255	0.510	0.765	1.020	1.275	1.530
3.60	0.248	0.496	0.744	0.992	1.240	1.488
3.70	0.241	0.483	0.724	0.965	1.206	1.448
3.80	0.235	0.470	0.705	0.940	1.175	1.410
3.90	0.229	0.458	0.687	0.916	1.145	1.373
4.00	0.223	0.446	0.670	0.893	1.116	1.339
4.50	0.198	0.397	0.595	0.794	0.992	1.190
5.00	0.179	0.357	0.536	0.714	0.893	1.071
5.50	0.162	0.325	0.487	0.649	0.812	0.974
6.00	0.149	0.298	0.446	0.595	0.744	0.893
7.00	0.128	0.255	0.383	0.510	0.638	0.765
8.00	0.112	0.223	0.335	0.446	0.558	0.670

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 18: Espectro de diseño en Estados Unidos, dirección Y-Y, suelo blando.



Fuente: Elaboración Propia

#### 3.4.10.4 Espectro de diseño en Japón

Se define la ecuación para calcular el espectro de respuesta sísmica en la norma japonesa:

$$S_a(T) = G_s(T) \cdot Z \cdot S_0(T)$$

*Tabla 91: Espectro de diseño en Japón X-X – Suelo rígido*

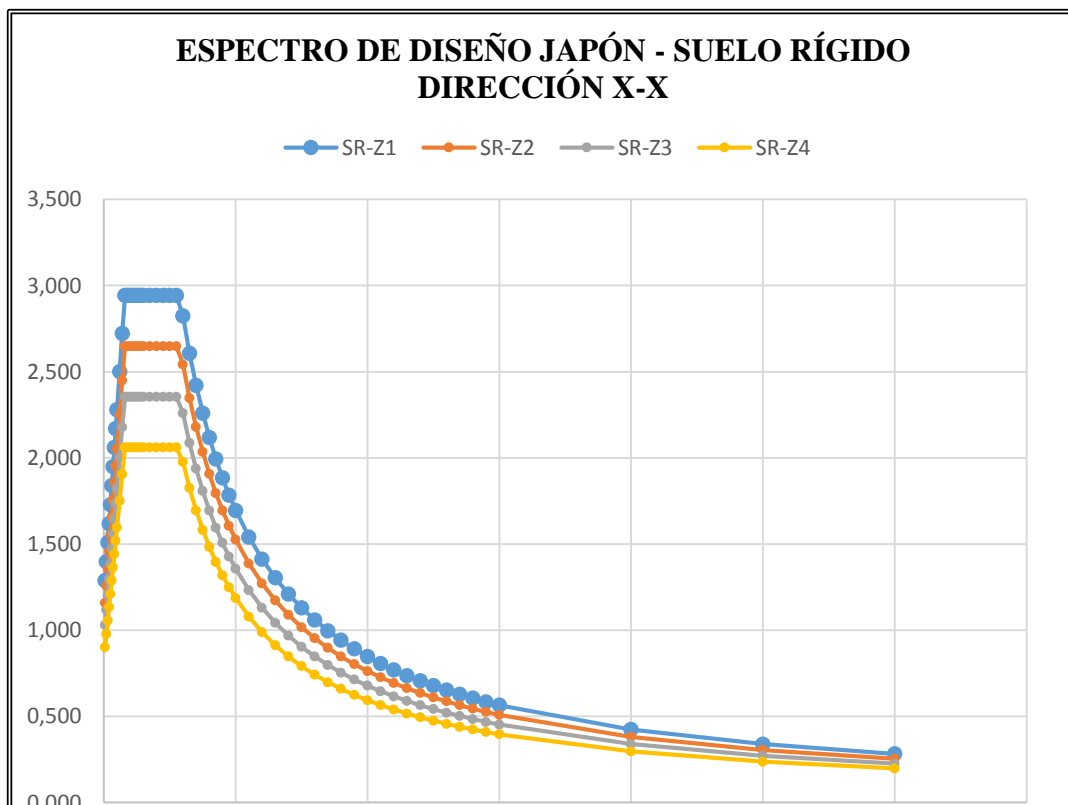
<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA JAPÓN – SUELO RÍGIDO</b>				
<b>DIRECCIÓN X-X</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	1.288	1.159	1.030	0.901
0.02	1.398	1.258	1.118	0.979
0.03	1.508	1.357	1.207	1.056
0.04	1.619	1.457	1.295	1.133
0.05	1.729	1.556	1.383	1.210
0.06	1.839	1.655	1.472	1.288
0.07	1.950	1.755	1.560	1.365
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.08	2.060	1.854	1.648	1.442
0.09	2.170	1.953	1.736	1.519
0.10	2.281	2.053	1.825	1.597
0.12	2.502	2.251	2.001	1.751
0.14	2.722	2.450	2.178	1.906
0.16	2.943	2.649	2.354	2.060
0.18	2.943	2.649	2.354	2.060
0.20	2.943	2.649	2.354	2.060
0.22	2.943	2.649	2.354	2.060
0.24	2.943	2.649	2.354	2.060
0.26	2.943	2.649	2.354	2.060
0.28	2.943	2.649	2.354	2.060
0.30	2.943	2.649	2.354	2.060
0.35	2.943	2.649	2.354	2.060
0.40	2.943	2.649	2.354	2.060
0.45	2.943	2.649	2.354	2.060
0.50	2.943	2.649	2.354	2.060
0.55	2.943	2.649	2.354	2.060
0.60	2.825	2.543	2.260	1.978
0.65	2.608	2.347	2.086	1.826
0.70	2.422	2.180	1.937	1.695
0.75	2.260	2.034	1.808	1.582
0.80	2.119	1.907	1.695	1.483
0.85	1.994	1.795	1.595	1.396
0.90	1.884	1.695	1.507	1.318
0.95	1.784	1.606	1.428	1.249
1.00	1.695	1.526	1.356	1.187
1.10	1.541	1.387	1.233	1.079



1.20	1.413	1.271	1.130	0.989
1.30	1.304	1.174	1.043	0.913
1.40	1.211	1.090	0.969	0.848
1.50	1.130	1.017	0.904	0.791
1.60	1.059	0.954	0.848	0.742
1.70	0.997	0.897	0.798	0.698
1.80	0.942	0.848	0.753	0.659
1.90	0.892	0.803	0.714	0.625
2.00	0.848	0.763	0.678	0.593
2.10	0.807	0.727	0.646	0.565
2.20	0.771	0.693	0.616	0.539
2.30	0.737	0.663	0.590	0.516
2.40	0.706	0.636	0.565	0.494
2.50	0.678	0.610	0.542	0.475
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
2.60	0.652	0.587	0.522	0.456
2.70	0.628	0.565	0.502	0.439
2.80	0.605	0.545	0.484	0.424
2.90	0.585	0.526	0.468	0.409
3.00	0.565	0.509	0.452	0.396
4.00	0.424	0.381	0.339	0.297
5.00	0.339	0.305	0.271	0.237
6.00	0.283	0.254	0.226	0.198
7.00	0.242	0.218	0.194	0.170
8.00	0.212	0.191	0.170	0.148

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 19: Espectro de diseño en Japón, dirección X-X, suelo rígido.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 92: Espectro de diseño en Japón Y-Y – Suelo rígido

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA JAPÓN – SUELO RÍGIDO</b>				
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	1.159	1.043	0.927	0.811
0.02	1.258	1.132	1.007	0.881
0.03	1.357	1.222	1.086	0.950
0.04	1.457	1.311	1.165	1.020
0.05	1.556	1.401	1.245	1.089
0.06	1.655	1.490	1.324	1.159
0.07	1.755	1.579	1.404	1.228
0.08	1.854	1.669	1.483	1.298
0.09	1.953	1.758	1.563	1.367
0.10	2.053	1.847	1.642	1.437
0.12	2.251	2.026	1.801	1.576
0.14	2.450	2.205	1.960	1.715
0.16	2.649	2.384	2.119	1.854
0.18	2.649	2.384	2.119	1.854
0.20	2.649	2.384	2.119	1.854
0.22	2.649	2.384	2.119	1.854
0.24	2.649	2.384	2.119	1.854
0.26	2.649	2.384	2.119	1.854
0.28	2.649	2.384	2.119	1.854
0.30	2.649	2.384	2.119	1.854
0.35	2.649	2.384	2.119	1.854
0.40	2.649	2.384	2.119	1.854
0.45	2.649	2.384	2.119	1.854
0.50	2.649	2.384	2.119	1.854

0.55	2.649	2.384	2.119	1.854
0.60	2.543	2.288	2.034	1.780
0.65	2.347	2.112	1.878	1.643
0.70	2.180	1.962	1.744	1.526
0.75	2.034	1.831	1.627	1.424
0.80	1.907	1.716	1.526	1.335
0.85	1.795	1.615	1.436	1.256
0.90	1.695	1.526	1.356	1.187
0.95	1.606	1.445	1.285	1.124
1.00	1.526	1.373	1.221	1.068
1.10	1.387	1.248	1.110	0.971
1.20	1.271	1.144	1.017	0.890
1.30	1.174	1.056	0.939	0.822
1.40	1.090	0.981	0.872	0.763
1.50	1.017	0.915	0.814	0.712
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
1.60	0.954	0.858	0.763	0.667
1.70	0.897	0.808	0.718	0.628
1.80	0.848	0.763	0.678	0.593
1.90	0.803	0.723	0.642	0.562
2.00	0.763	0.687	0.610	0.534
2.10	0.727	0.654	0.581	0.509
2.20	0.693	0.624	0.555	0.485
2.30	0.663	0.597	0.531	0.464
2.40	0.636	0.572	0.509	0.445
2.50	0.610	0.549	0.488	0.427
2.60	0.587	0.528	0.469	0.411
2.70	0.565	0.509	0.452	0.396
2.80	0.545	0.490	0.436	0.381
2.90	0.526	0.473	0.421	0.368
3.00	0.509	0.458	0.407	0.356
4.00	0.381	0.343	0.305	0.267
5.00	0.305	0.275	0.244	0.214
6.00	0.254	0.229	0.203	0.178
7.00	0.218	0.196	0.174	0.153
8.00	0.191	0.172	0.153	0.133

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 20: Espectro de diseño en Japón, dirección Y-Y, suelo rígido.



Fuente: Elaboración Propia

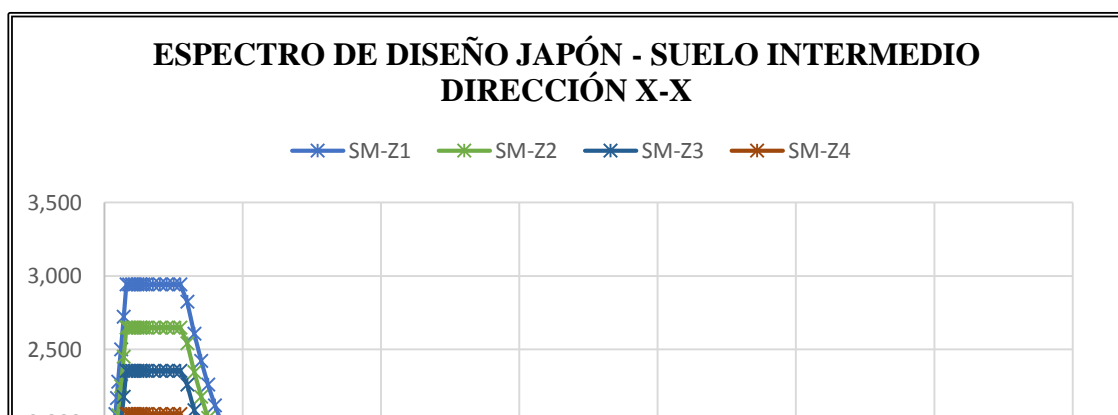
**Tabla 93: Espectro de diseño en Japón X-X – Suelo intermedio**

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA JAPÓN – SUELO INTERMEDIO</b>				
<b>DIRECCIÓN X-X</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	1.288	1.159	1.030	0.901
0.02	1.398	1.258	1.118	0.979
0.03	1.508	1.357	1.207	1.056
0.04	1.619	1.457	1.295	1.133
0.05	1.729	1.556	1.383	1.210
0.06	1.839	1.655	1.472	1.288
0.07	1.950	1.755	1.560	1.365
0.08	2.060	1.854	1.648	1.442
0.09	2.170	1.953	1.736	1.519
0.10	2.281	2.053	1.825	1.597
0.12	2.502	2.251	2.001	1.751
0.14	2.722	2.450	2.178	1.906
0.16	2.943	2.649	2.354	2.060
0.18	2.943	2.649	2.354	2.060
0.20	2.943	2.649	2.354	2.060
0.22	2.943	2.649	2.354	2.060
0.24	2.943	2.649	2.354	2.060
0.26	2.943	2.649	2.354	2.060
0.28	2.943	2.649	2.354	2.060
0.30	2.943	2.649	2.354	2.060
0.35	2.943	2.649	2.354	2.060
0.40	2.943	2.649	2.354	2.060
0.45	2.943	2.649	2.354	2.060
0.50	2.943	2.649	2.354	2.060

0.55	2.943	2.649	2.354	2.060
0.60	2.825	2.543	2.260	1.978
0.65	2.608	2.347	2.086	1.826
0.70	2.422	2.180	1.937	1.695
0.75	2.260	2.034	1.808	1.582
0.80	2.119	1.907	1.695	1.483
0.85	1.994	1.795	1.595	1.396
0.90	1.884	1.695	1.507	1.318
0.95	1.784	1.606	1.428	1.249
1.00	1.695	1.526	1.356	1.187
1.10	1.541	1.387	1.233	1.079
1.20	1.413	1.271	1.130	0.989
1.30	1.304	1.174	1.043	0.913
1.40	1.211	1.090	0.969	0.848
1.50	1.130	1.017	0.904	0.791
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
1.60	1.059	0.954	0.848	0.742
1.70	0.997	0.897	0.798	0.698
1.80	0.942	0.848	0.753	0.659
1.90	0.892	0.803	0.714	0.625
2.00	0.848	0.763	0.678	0.593
2.10	0.807	0.727	0.646	0.565
2.20	0.771	0.693	0.616	0.539
2.30	0.737	0.663	0.590	0.516
2.40	0.706	0.636	0.565	0.494
2.50	0.678	0.610	0.542	0.475
2.60	0.652	0.587	0.522	0.456
2.70	0.628	0.565	0.502	0.439
2.80	0.605	0.545	0.484	0.424
2.90	0.585	0.526	0.468	0.409
3.00	0.565	0.509	0.452	0.396
4.00	0.424	0.381	0.339	0.297
5.00	0.339	0.305	0.271	0.237
6.00	0.283	0.254	0.226	0.198
7.00	0.242	0.218	0.194	0.170
8.00	0.212	0.191	0.170	0.148

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 21: Espectro de diseño en Japón, dirección X-X, suelo intermedio.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 94: Espectro de diseño en Japón Y-Y – Suelo intermedio

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA JAPÓN – SUELO INTERMEDIO</b>				
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	1.159	1.043	0.927	0.811
0.02	1.258	1.132	1.007	0.881
0.03	1.357	1.222	1.086	0.950
0.04	1.457	1.311	1.165	1.020
0.05	1.556	1.401	1.245	1.089
0.06	1.655	1.490	1.324	1.159
0.07	1.755	1.579	1.404	1.228
0.08	1.854	1.669	1.483	1.298
0.09	1.953	1.758	1.563	1.367
0.10	2.053	1.847	1.642	1.437
0.12	2.251	2.026	1.801	1.576
0.14	2.450	2.205	1.960	1.715
0.16	2.649	2.384	2.119	1.854
0.18	2.649	2.384	2.119	1.854
0.20	2.649	2.384	2.119	1.854
0.22	2.649	2.384	2.119	1.854
0.24	2.649	2.384	2.119	1.854
0.26	2.649	2.384	2.119	1.854
0.28	2.649	2.384	2.119	1.854
0.30	2.649	2.384	2.119	1.854
0.35	2.649	2.384	2.119	1.854
0.40	2.649	2.384	2.119	1.854
0.45	2.649	2.384	2.119	1.854
0.50	2.649	2.384	2.119	1.854
0.55	2.649	2.384	2.119	1.854

0.60	2.543	2.288	2.034	1.780
0.65	2.347	2.112	1.878	1.643
0.70	2.180	1.962	1.744	1.526
0.75	2.034	1.831	1.627	1.424
0.80	1.907	1.716	1.526	1.335
0.85	1.795	1.615	1.436	1.256
0.90	1.695	1.526	1.356	1.187
0.95	1.606	1.445	1.285	1.124
1.00	1.526	1.373	1.221	1.068
1.10	1.387	1.248	1.110	0.971
1.20	1.271	1.144	1.017	0.890
1.30	1.174	1.056	0.939	0.822
1.40	1.090	0.981	0.872	0.763
1.50	1.017	0.915	0.814	0.712
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
1.60	0.954	0.858	0.763	0.667
1.70	0.897	0.808	0.718	0.628
1.80	0.848	0.763	0.678	0.593
1.90	0.803	0.723	0.642	0.562
2.00	0.763	0.687	0.610	0.534
2.10	0.727	0.654	0.581	0.509
2.20	0.693	0.624	0.555	0.485
2.30	0.663	0.597	0.531	0.464
2.40	0.636	0.572	0.509	0.445
2.50	0.610	0.549	0.488	0.427
2.60	0.587	0.528	0.469	0.411
2.70	0.565	0.509	0.452	0.396
2.80	0.545	0.490	0.436	0.381
2.90	0.526	0.473	0.421	0.368
3.00	0.509	0.458	0.407	0.356
4.00	0.381	0.343	0.305	0.267
5.00	0.305	0.275	0.244	0.214
6.00	0.254	0.229	0.203	0.178
7.00	0.218	0.196	0.174	0.153
8.00	0.191	0.172	0.153	0.133

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 22: Espectro de diseño en Japón, dirección Y-Y, suelo intermedio.



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 95: Espectro de diseño en Japón X-X – Suelo blando

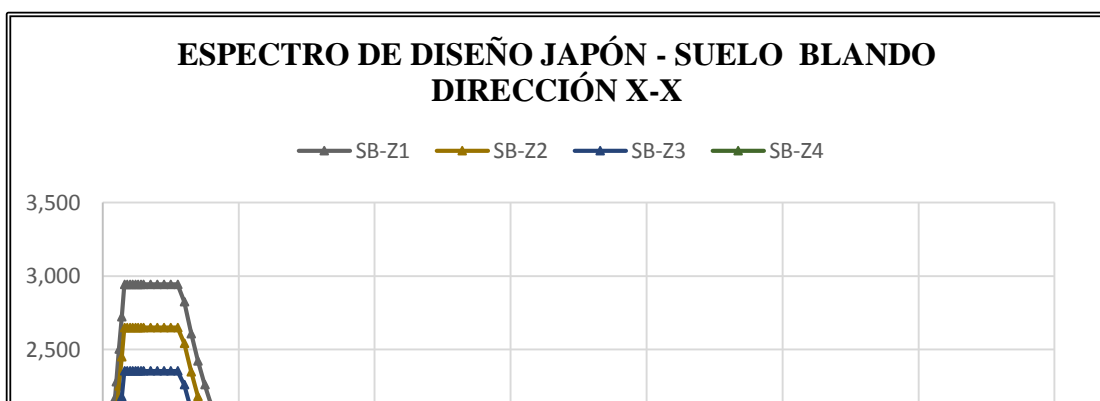
<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA JAPÓN – SUELO BLANDO</b>				
<b>DIRECCIÓN X-X</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	1.288	1.159	1.030	0.901
0.02	1.398	1.258	1.118	0.979
0.03	1.508	1.357	1.207	1.056
0.04	1.619	1.457	1.295	1.133
0.05	1.729	1.556	1.383	1.210
0.06	1.839	1.655	1.472	1.288
0.07	1.950	1.755	1.560	1.365
0.08	2.060	1.854	1.648	1.442
0.09	2.170	1.953	1.736	1.519
0.10	2.281	2.053	1.825	1.597
0.12	2.502	2.251	2.001	1.751
0.14	2.722	2.450	2.178	1.906
0.16	2.943	2.649	2.354	2.060
0.18	2.943	2.649	2.354	2.060
0.20	2.943	2.649	2.354	2.060
0.22	2.943	2.649	2.354	2.060
0.24	2.943	2.649	2.354	2.060
0.26	2.943	2.649	2.354	2.060
0.28	2.943	2.649	2.354	2.060
0.30	2.943	2.649	2.354	2.060
0.35	2.943	2.649	2.354	2.060
0.40	2.943	2.649	2.354	2.060
0.45	2.943	2.649	2.354	2.060
0.50	2.943	2.649	2.354	2.060



0.55	2.943	2.649	2.354	2.060
0.60	2.825	2.543	2.260	1.978
0.65	2.608	2.347	2.086	1.826
0.70	2.422	2.180	1.937	1.695
0.75	2.260	2.034	1.808	1.582
0.80	2.119	1.907	1.695	1.483
0.85	1.994	1.795	1.595	1.396
0.90	1.884	1.695	1.507	1.318
0.95	1.784	1.606	1.428	1.249
1.00	1.695	1.526	1.356	1.187
1.10	1.541	1.387	1.233	1.079
1.20	1.413	1.271	1.130	0.989
1.30	1.304	1.174	1.043	0.913
1.40	1.211	1.090	0.969	0.848
1.50	1.130	1.017	0.904	0.791
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
1.60	1.059	0.954	0.848	0.742
1.70	0.997	0.897	0.798	0.698
1.80	0.942	0.848	0.753	0.659
1.90	0.892	0.803	0.714	0.625
2.00	0.848	0.763	0.678	0.593
2.10	0.807	0.727	0.646	0.565
2.20	0.771	0.693	0.616	0.539
2.30	0.737	0.663	0.590	0.516
2.40	0.706	0.636	0.565	0.494
2.50	0.678	0.610	0.542	0.475
2.60	0.652	0.587	0.522	0.456
2.70	0.628	0.565	0.502	0.439
2.80	0.605	0.545	0.484	0.424
2.90	0.585	0.526	0.468	0.409
3.00	0.565	0.509	0.452	0.396
4.00	0.424	0.381	0.339	0.297
5.00	0.339	0.305	0.271	0.237
6.00	0.283	0.254	0.226	0.198
7.00	0.242	0.218	0.194	0.170
8.00	0.212	0.191	0.170	0.148

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 23: Espectro de diseño en Japón, dirección X-X, suelo blando.



Fuente: Elaboración Propia

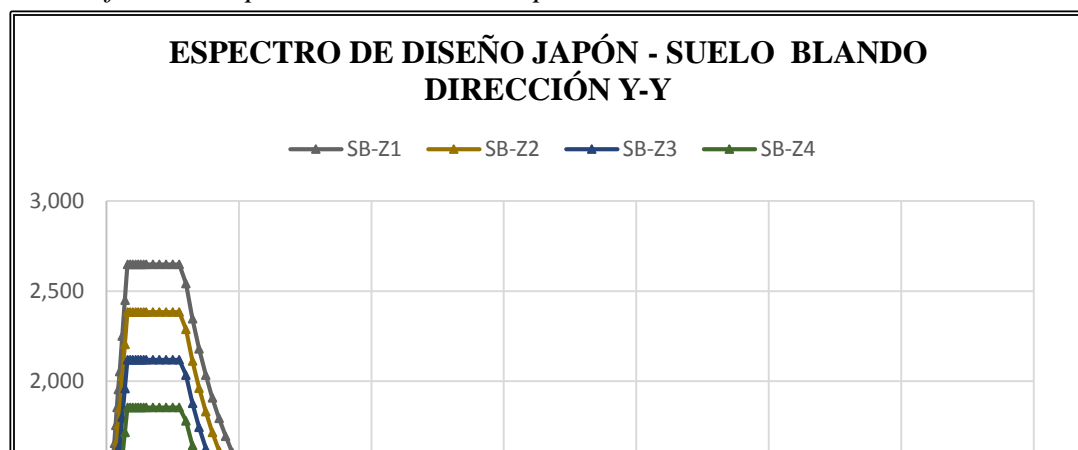
Tabla 96: Espectro de diseño en Japón Y-Y – Suelo blando

<b>ESPECTRO DE DISEÑO PARA JAPÓN – SUELO BLANDO</b>				
<b>DIRECCIÓN Y-Y</b>				
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
0.01	1.159	1.043	0.927	0.811
0.02	1.258	1.132	1.007	0.881
0.03	1.357	1.222	1.086	0.950
0.04	1.457	1.311	1.165	1.020
0.05	1.556	1.401	1.245	1.089
0.06	1.655	1.490	1.324	1.159
0.07	1.755	1.579	1.404	1.228
0.08	1.854	1.669	1.483	1.298
0.09	1.953	1.758	1.563	1.367
0.10	2.053	1.847	1.642	1.437
0.12	2.251	2.026	1.801	1.576
0.14	2.450	2.205	1.960	1.715
0.16	2.649	2.384	2.119	1.854
0.18	2.649	2.384	2.119	1.854
0.20	2.649	2.384	2.119	1.854
0.22	2.649	2.384	2.119	1.854
0.24	2.649	2.384	2.119	1.854
0.26	2.649	2.384	2.119	1.854
0.28	2.649	2.384	2.119	1.854
0.30	2.649	2.384	2.119	1.854
0.35	2.649	2.384	2.119	1.854
0.40	2.649	2.384	2.119	1.854
0.45	2.649	2.384	2.119	1.854
0.50	2.649	2.384	2.119	1.854
0.55	2.649	2.384	2.119	1.854

0.60	2.543	2.288	2.034	1.780
0.65	2.347	2.112	1.878	1.643
0.70	2.180	1.962	1.744	1.526
0.75	2.034	1.831	1.627	1.424
0.80	1.907	1.716	1.526	1.335
0.85	1.795	1.615	1.436	1.256
0.90	1.695	1.526	1.356	1.187
0.95	1.606	1.445	1.285	1.124
1.00	1.526	1.373	1.221	1.068
1.10	1.387	1.248	1.110	0.971
1.20	1.271	1.144	1.017	0.890
1.30	1.174	1.056	0.939	0.822
1.40	1.090	0.981	0.872	0.763
1.50	1.017	0.915	0.814	0.712
<b>T</b>	<b>Sa-Z1</b>	<b>Sa-Z2</b>	<b>Sa-Z3</b>	<b>Sa-Z4</b>
1.60	0.954	0.858	0.763	0.667
1.70	0.897	0.808	0.718	0.628
1.80	0.848	0.763	0.678	0.593
1.90	0.803	0.723	0.642	0.562
2.00	0.763	0.687	0.610	0.534
2.10	0.727	0.654	0.581	0.509
2.20	0.693	0.624	0.555	0.485
2.30	0.663	0.597	0.531	0.464
2.40	0.636	0.572	0.509	0.445
2.50	0.610	0.549	0.488	0.427
2.60	0.587	0.528	0.469	0.411
2.70	0.565	0.509	0.452	0.396
2.80	0.545	0.490	0.436	0.381
2.90	0.526	0.473	0.421	0.368
3.00	0.509	0.458	0.407	0.356
4.00	0.381	0.343	0.305	0.267
5.00	0.305	0.275	0.244	0.214
6.00	0.254	0.229	0.203	0.178
7.00	0.218	0.196	0.174	0.153
8.00	0.191	0.172	0.153	0.133

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 24: Espectro de diseño en Japón, dirección Y-Y, suelo blando.



*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.4.11 Desplazamientos laterales y derivas de las normas sísmicas estudiadas

#### 3.4.11.1 Desplazamientos laterales en Perú

Se determinan los desplazamientos laterales absolutos y relativos en cada dirección, para cada tipo de suelo y para cada zona sísmica.

*Tabla 97: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona I y tipo de suelo rígido, dirección X-X*

<b>SUELO RÍGIDO - Z1 - DIRECCIÓN X-X</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b><math>\Delta</math>Inelástico relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.141	0.141	5.95	Irregular	0.839	0.0003	0.007	OK
2	2800	0.415	0.274	5.95	Irregular	1.629	0.0006	0.007	OK
3	2800	0.776	0.361	5.95	Irregular	2.148	0.0008	0.007	OK
4	2800	1.192	0.416	5.95	Irregular	2.476	0.0009	0.007	OK
5	2800	1.637	0.445	5.95	Irregular	2.648	0.0009	0.007	OK
6	2800	2.090	0.453	5.95	Irregular	2.694	0.0010	0.007	OK
7	2800	2.534	0.444	5.95	Irregular	2.642	0.0009	0.007	OK
8	2800	2.957	0.423	5.95	Irregular	2.518	0.0009	0.007	OK
9	2800	3.353	0.396	5.95	Irregular	2.356	0.0008	0.007	OK
10	2800	3.718	0.365	5.95	Irregular	2.171	0.0008	0.007	OK

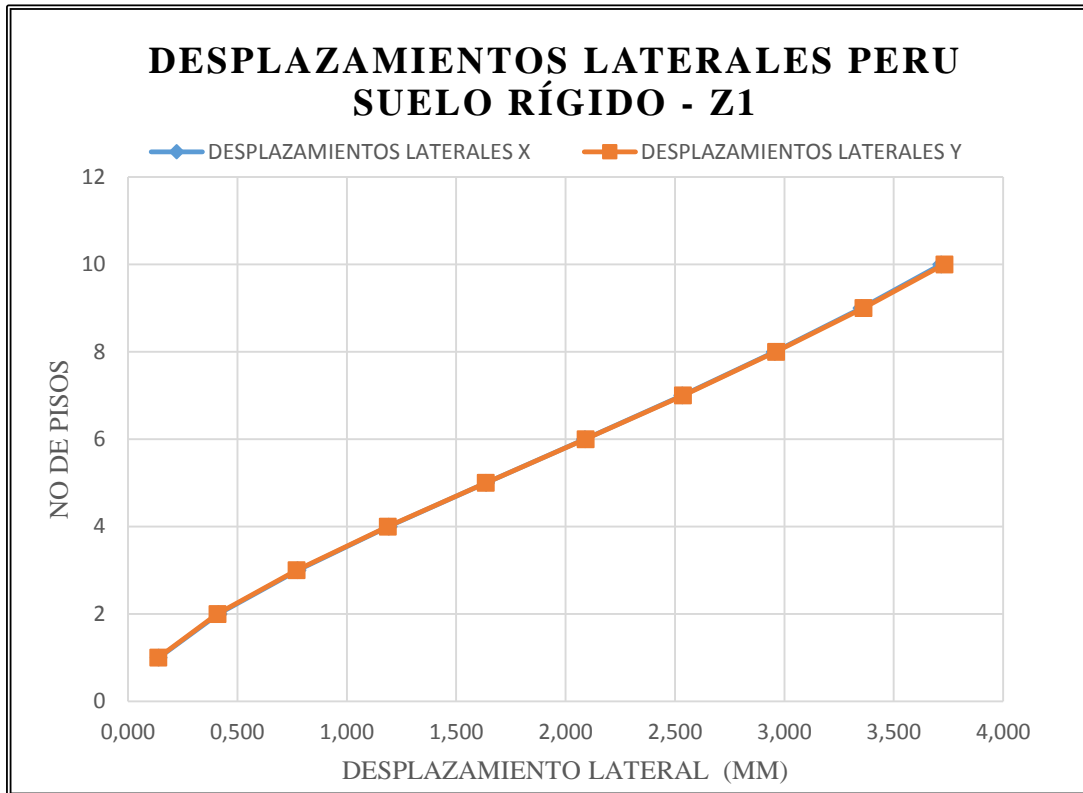
*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 98: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y*

<b>SUELO RÍGIDO – Z1 - DIRECCIÓN Y-Y</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b><math>\Delta</math>Inelástico relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.139	0.138	5.1	Irregular	0.706	0.0003	0.007	OK
2	2800	0.409	0.271	5.1	Irregular	1.381	0.0005	0.007	OK
3	2800	0.771	0.361	5.1	Irregular	1.842	0.0007	0.007	OK
4	2800	1.189	0.418	5.1	Irregular	2.133	0.0008	0.007	OK
5	2800	1.636	0.448	5.1	Irregular	2.283	0.0008	0.007	OK
6	2800	2.091	0.455	5.1	Irregular	2.321	0.0008	0.007	OK
7	2800	2.537	0.446	5.1	Irregular	2.274	0.0008	0.007	OK
8	2800	2.963	0.425	5.1	Irregular	2.168	0.0008	0.007	OK
9	2800	3.361	0.399	5.1	Irregular	2.034	0.0007	0.007	OK
10	2800	3.732	0.371	5.1	Irregular	1.891	0.0007	0.007	OK

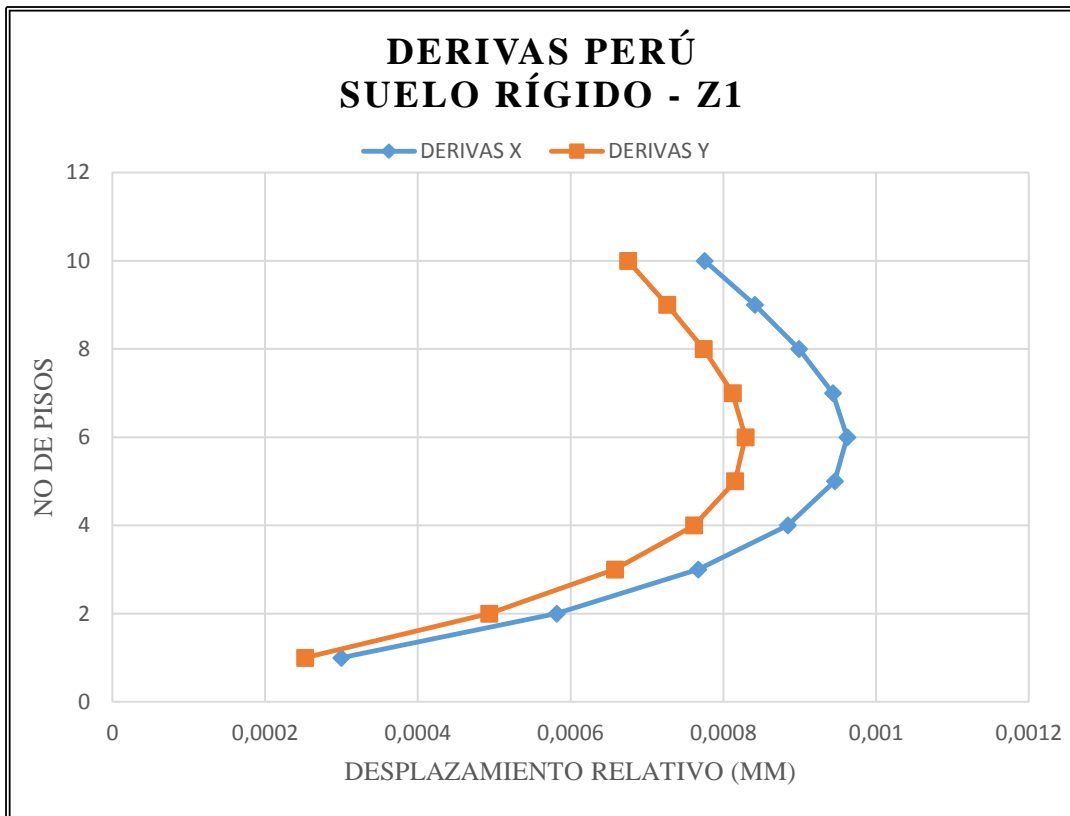
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 25: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo rígido, zona 1



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 26: Derivas en Perú – Suelo rígido, zona 1



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 99: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección X-X

SUELO RÍGIDO – Z2 - DIRECCIÓN X-X									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.352	0.352	5.95	Irregular	2.096	0.0007	0.007	OK
2	2800	1.036	0.683	5.95	Irregular	4.066	0.0015	0.007	OK
3	2800	1.937	0.901	5.95	Irregular	5.362	0.0019	0.007	OK
4	2800	2.976	1.039	5.95	Irregular	6.182	0.0022	0.007	OK
5	2800	4.087	1.111	5.95	Irregular	6.612	0.0024	0.007	OK
6	2800	5.217	1.130	5.95	Irregular	6.726	0.0024	0.007	OK
7	2800	6.326	1.108	5.95	Irregular	6.595	0.0024	0.007	OK
8	2800	7.382	1.056	5.95	Irregular	6.285	0.0022	0.007	OK
9	2800	8.371	0.989	5.95	Irregular	5.882	0.0021	0.007	OK
10	2800	9.282	0.911	5.95	Irregular	5.421	0.0019	0.007	OK

Fuente: Elaboración Propia

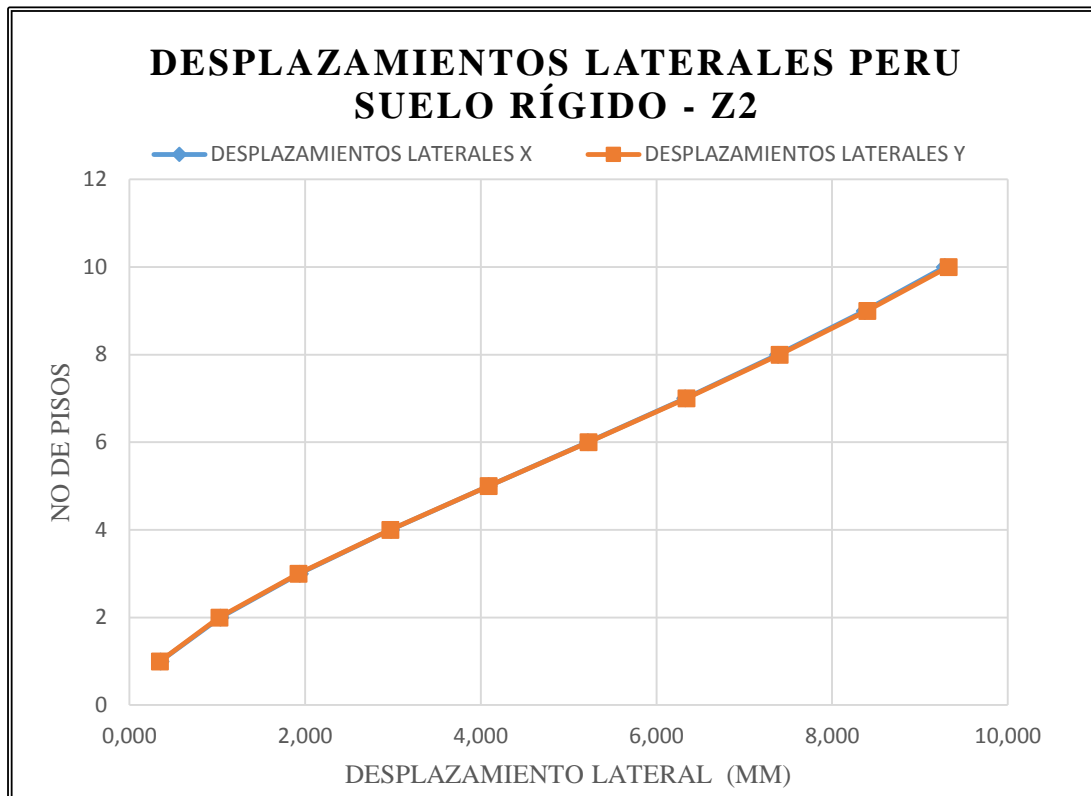


Tabla 100: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y

SUELO RÍGIDO – Z2 - DIRECCIÓN Y-Y									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.346	0.346	5.1	Irregular	1.763	0.0006	0.007	OK
2	2800	1.022	0.677	5.1	Irregular	3.451	0.0012	0.007	OK
3	2800	1.925	0.902	5.1	Irregular	4.603	0.0016	0.007	OK
4	2800	2.970	1.045	5.1	Irregular	5.328	0.0019	0.007	OK
5	2800	4.088	1.118	5.1	Irregular	5.704	0.0020	0.007	OK
6	2800	5.225	1.137	5.1	Irregular	5.799	0.0021	0.007	OK
7	2800	6.339	1.114	5.1	Irregular	5.682	0.0020	0.007	OK
8	2800	7.401	1.062	5.1	Irregular	5.417	0.0019	0.007	OK
9	2800	8.398	0.997	5.1	Irregular	5.083	0.0018	0.007	OK
10	2800	9.324	0.926	5.1	Irregular	4.723	0.0017	0.007	OK

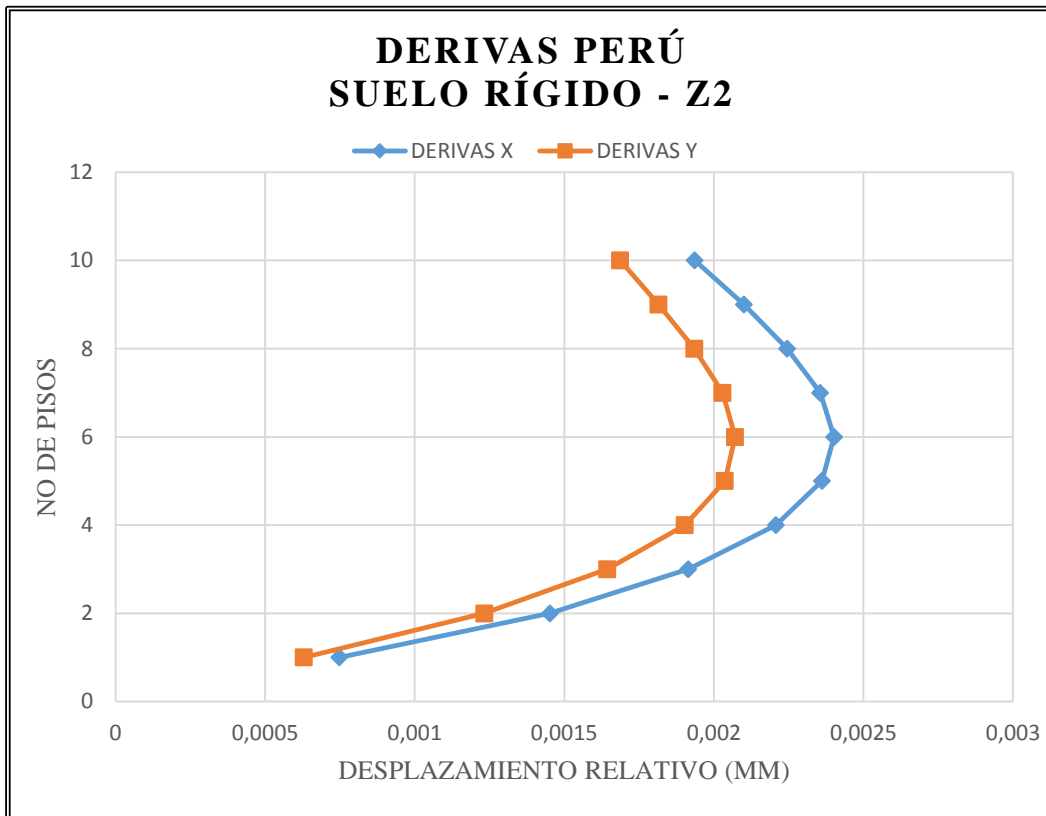
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 27: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo rígido, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 28: Derivas en Perú – Suelo rígido, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 101: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección X-X

SUELO RÍGIDO – Z3 - DIRECCIÓN X-X									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.493	0.493	5.95	Irregular	2.935	0.0010	0.007	OK
2	2800	1.450	0.957	5.95	Irregular	5.695	0.0020	0.007	OK
3	2800	2.712	1.262	5.95	Irregular	7.510	0.0027	0.007	OK
4	2800	4.168	1.455	5.95	Irregular	8.657	0.0031	0.007	OK
5	2800	5.724	1.556	5.95	Irregular	9.261	0.0033	0.007	OK
6	2800	7.307	1.583	5.95	Irregular	9.420	0.0034	0.007	OK
7	2800	8.860	1.552	5.95	Irregular	9.237	0.0033	0.007	OK
8	2800	10.339	1.479	5.95	Irregular	8.803	0.0031	0.007	OK
9	2800	11.724	1.385	5.95	Irregular	8.238	0.0029	0.007	OK
10	2800	13.000	1.276	5.95	Irregular	7.593	0.0027	0.007	OK

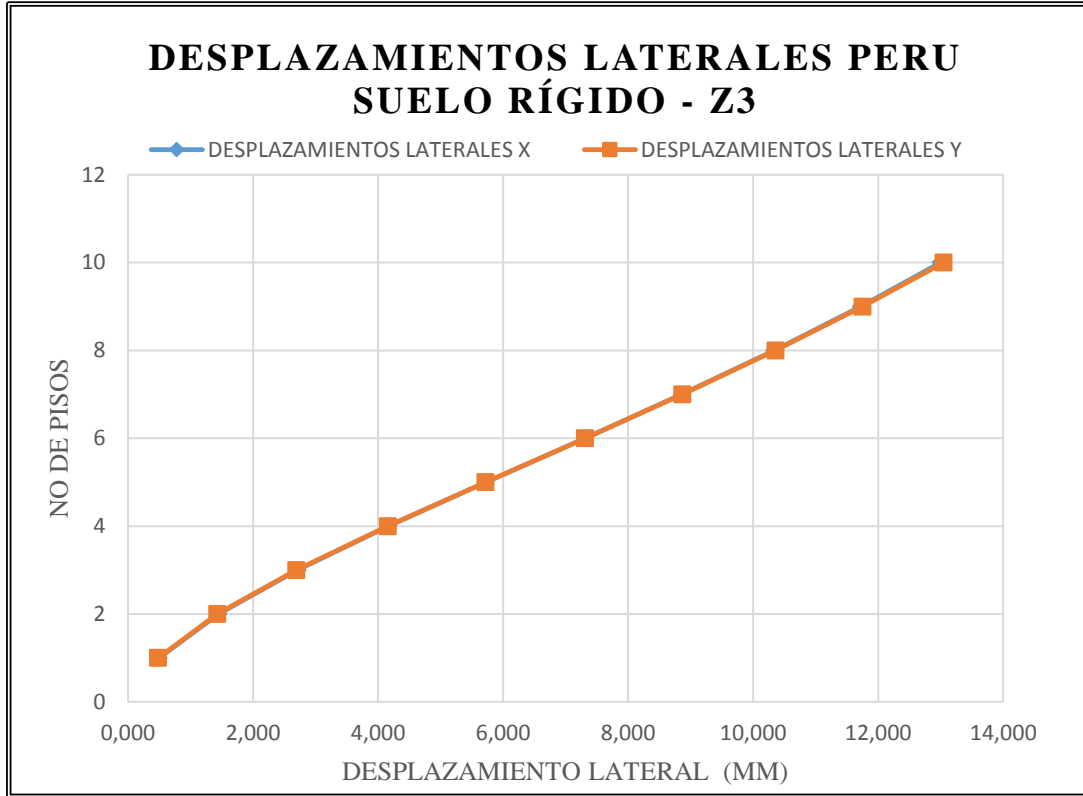
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 102: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y

SUELO RÍGIDO – Z3 - DIRECCIÓN Y-Y									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.484	0.484	5.1	Irregular	2.468	0.0009	0.007	OK
2	2800	1.431	0.947	5.1	Irregular	4.829	0.0017	0.007	OK
3	2800	2.694	1.263	5.1	Irregular	6.441	0.0023	0.007	OK
4	2800	4.156	1.462	5.1	Irregular	7.456	0.0027	0.007	OK
5	2800	5.720	1.565	5.1	Irregular	7.981	0.0029	0.007	OK
6	2800	7.312	1.591	5.1	Irregular	8.115	0.0029	0.007	OK
7	2800	8.871	1.559	5.1	Irregular	7.951	0.0028	0.007	OK
8	2800	10.357	1.486	5.1	Irregular	7.580	0.0027	0.007	OK
9	2800	11.751	1.395	5.1	Irregular	7.112	0.0025	0.007	OK
10	2800	13.047	1.296	5.1	Irregular	6.610	0.0024	0.007	OK

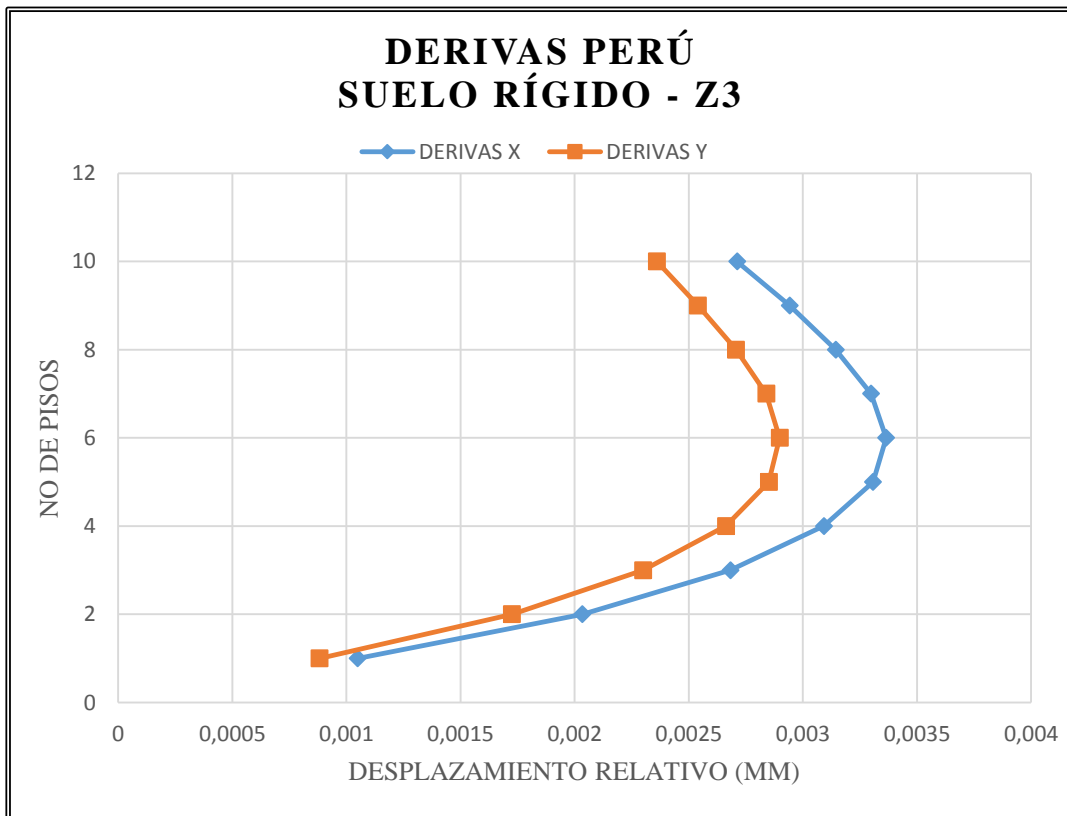
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 29: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo rígido, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 30: Derivas en Perú – Suelo rígido, zona 3.



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 103: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección X-X

SUELO RÍGIDO – Z4 - DIRECCIÓN X-X									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.634	0.634	5.95	Irregular	3.774	0.0013	0.007	OK
2	2800	1.865	1.231	5.95	Irregular	7.323	0.0026	0.007	OK
3	2800	3.488	1.623	5.95	Irregular	9.657	0.0034	0.007	OK
4	2800	5.359	1.871	5.95	Irregular	11.133	0.0040	0.007	OK
5	2800	7.361	2.001	5.95	Irregular	11.909	0.0043	0.007	OK
6	2800	9.397	2.036	5.95	Irregular	12.114	0.0043	0.007	OK
7	2800	11.393	1.996	5.95	Irregular	11.878	0.0042	0.007	OK
8	2800	13.296	1.903	5.95	Irregular	11.320	0.0040	0.007	OK
9	2800	15.076	1.780	5.95	Irregular	10.594	0.0038	0.007	OK
10	2800	16.717	1.641	5.95	Irregular	9.764	0.0035	0.007	OK

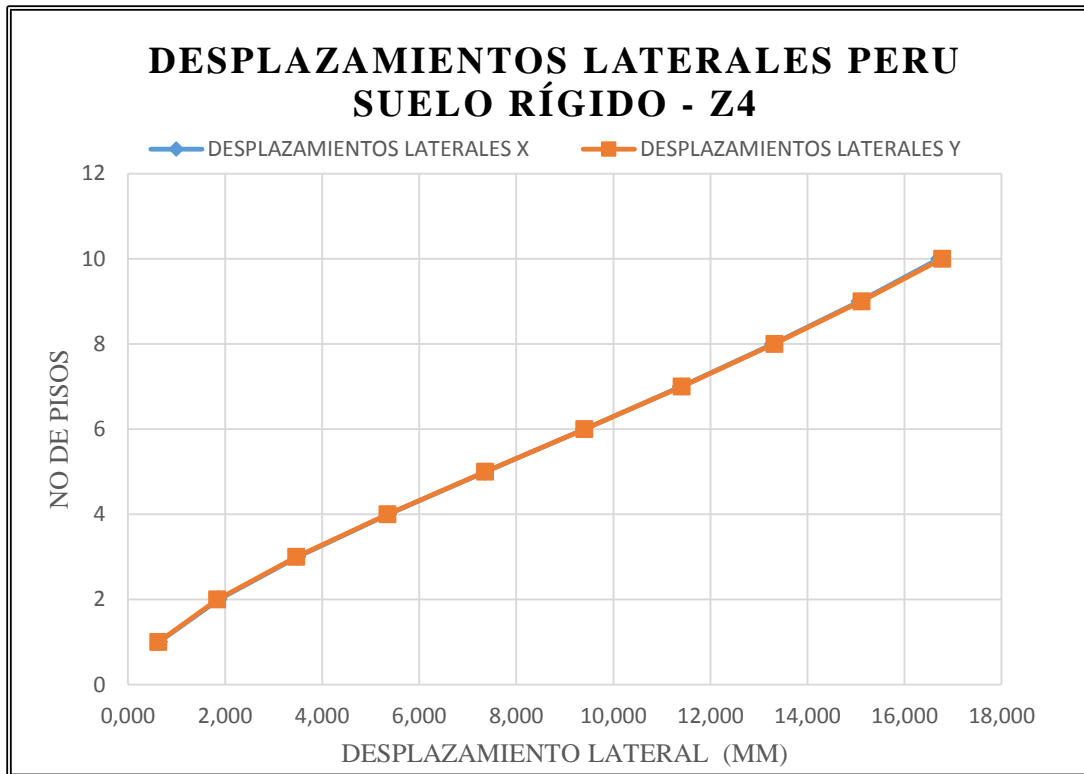
Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 104: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y*

<b>SUELO RÍGIDO – Z4 - DIRECCIÓN Y-Y</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b>Δ Elástico (mm)</b>	<b>ΔElástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b>ΔInelástico relativo (mm)</b>	<b>Δir/hei</b>	<b>Δir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.622	0.622	5.1	Irregular	3.173	0.0011	0.007	OK
2	2800	1.840	1.218	5.1	Irregular	6.211	0.0022	0.007	OK
3	2800	3.464	1.624	5.1	Irregular	8.283	0.0030	0.007	OK
4	2800	5.344	1.880	5.1	Irregular	9.588	0.0034	0.007	OK
5	2800	7.357	2.013	5.1	Irregular	10.264	0.0037	0.007	OK
6	2800	9.403	2.046	5.1	Irregular	10.436	0.0037	0.007	OK
7	2800	11.408	2.005	5.1	Irregular	10.225	0.0037	0.007	OK
8	2800	13.319	1.911	5.1	Irregular	9.748	0.0035	0.007	OK
9	2800	15.112	1.793	5.1	Irregular	9.146	0.0033	0.007	OK
10	2800	16.779	1.667	5.1	Irregular	8.500	0.0030	0.007	OK

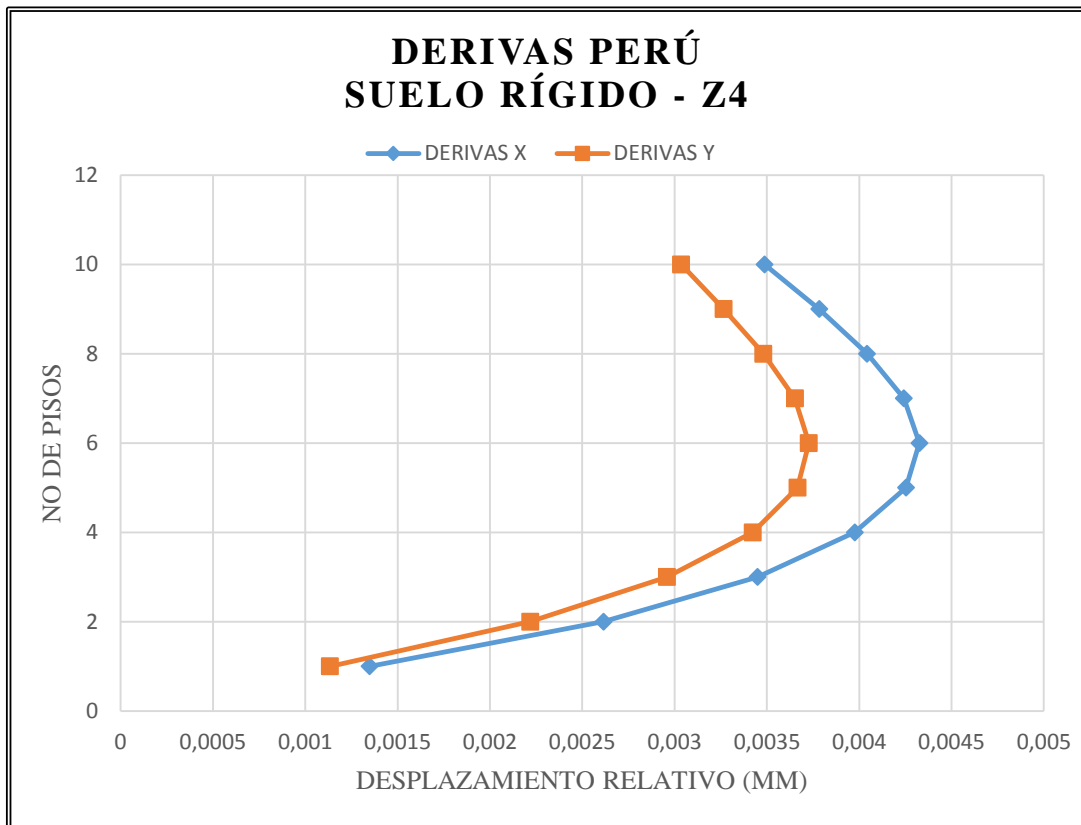
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 31: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo rígido, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 32: Derivas en Perú – Suelo rígido, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.



*Tabla 105: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona I y tipo de suelo intermedio, dirección X-X*

<b>SUELO INTERMEDIO - Z1 - DIRECCIÓN X-X</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b><math>\Delta</math>Inelástico relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.298	0.298	5.95	Irregular	1.772	0.0006	0.007	OK
2	2800	0.878	0.580	5.95	Irregular	3.452	0.0012	0.007	OK
3	2800	1.645	0.767	5.95	Irregular	4.564	0.0016	0.007	OK
4	2800	2.531	0.886	5.95	Irregular	5.270	0.0019	0.007	OK
5	2800	3.479	0.948	5.95	Irregular	5.642	0.0020	0.007	OK
6	2800	4.444	0.965	5.95	Irregular	5.740	0.0021	0.007	OK
7	2800	5.389	0.945	5.95	Irregular	5.625	0.0020	0.007	OK
8	2800	6.289	0.900	5.95	Irregular	5.356	0.0019	0.007	OK
9	2800	7.131	0.842	5.95	Irregular	5.007	0.0018	0.007	OK
10	2800	7.906	0.775	5.95	Irregular	4.611	0.0016	0.007	OK

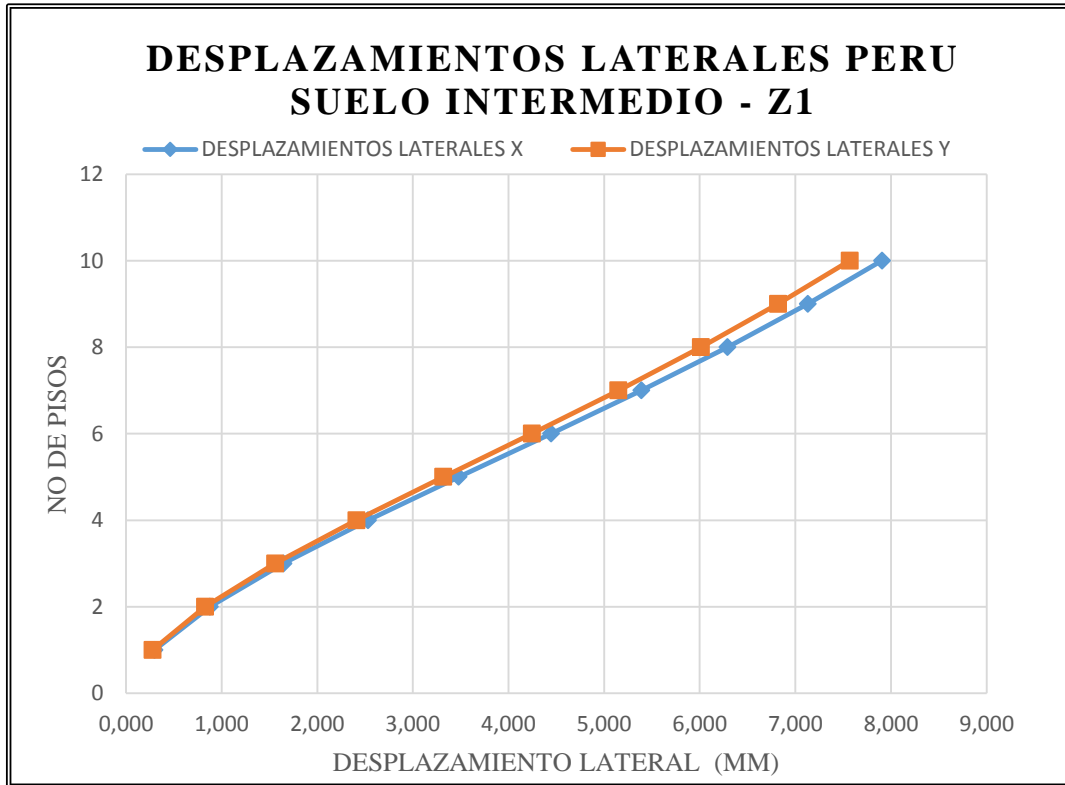
*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 106: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona I y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y*

<b>SUELO INTERMEDIO - Z1 - DIRECCIÓN Y-Y</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b><math>\Delta</math>Inelástico relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.279	0.279	5.1	Irregular	1.422	0.0005	0.007	OK
2	2800	0.827	0.548	5.1	Irregular	2.795	0.0010	0.007	OK
3	2800	1.559	0.732	5.1	Irregular	3.736	0.0013	0.007	OK
4	2800	2.408	0.849	5.1	Irregular	4.331	0.0015	0.007	OK
5	2800	3.318	0.910	5.1	Irregular	4.640	0.0017	0.007	OK
6	2800	4.243	0.925	5.1	Irregular	4.717	0.0017	0.007	OK
7	2800	5.149	0.906	5.1	Irregular	4.619	0.0016	0.007	OK
8	2800	6.011	0.862	5.1	Irregular	4.398	0.0016	0.007	OK
9	2800	6.819	0.808	5.1	Irregular	4.121	0.0015	0.007	OK
10	2800	7.569	0.750	5.1	Irregular	3.825	0.0014	0.007	OK

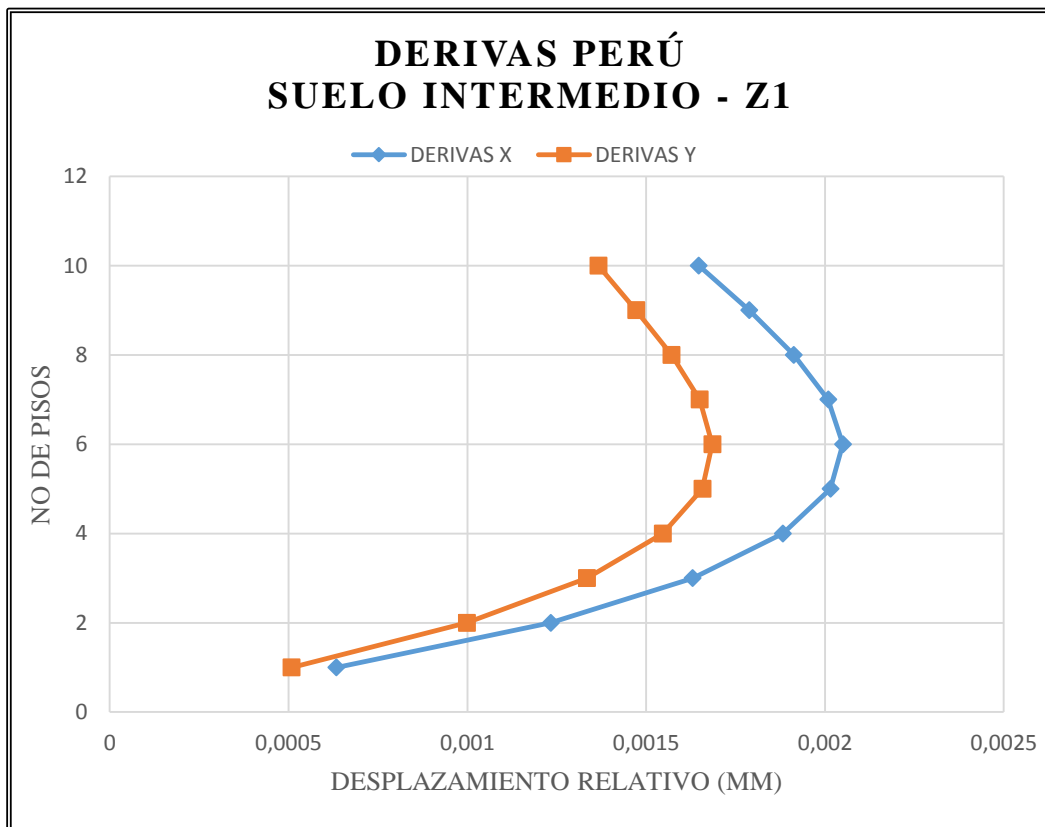
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 33: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo intermedio, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 34: Derivas en Perú – Suelo intermedio, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

*Tabla 107: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X*

<b>SUELO INTERMEDIO – Z2 - DIRECCIÓN X-X</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b><math>\Delta</math>Inelástico relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.559	0.559	5.95	Irregular	3.327	0.0012	0.007	OK
2	2800	1.648	1.089	5.95	Irregular	6.480	0.0023	0.007	OK
3	2800	3.088	1.440	5.95	Irregular	8.567	0.0031	0.007	OK
4	2800	4.751	1.663	5.95	Irregular	9.892	0.0035	0.007	OK
5	2800	6.530	1.780	5.95	Irregular	10.590	0.0038	0.007	OK
6	2800	8.341	1.811	5.95	Irregular	10.775	0.0038	0.007	OK
7	2800	10.116	1.775	5.95	Irregular	10.559	0.0038	0.007	OK
8	2800	11.806	1.690	5.95	Irregular	10.053	0.0036	0.007	OK
9	2800	13.385	1.580	5.95	Irregular	9.399	0.0034	0.007	OK
10	2800	14.840	1.455	5.95	Irregular	8.656	0.0031	0.007	OK

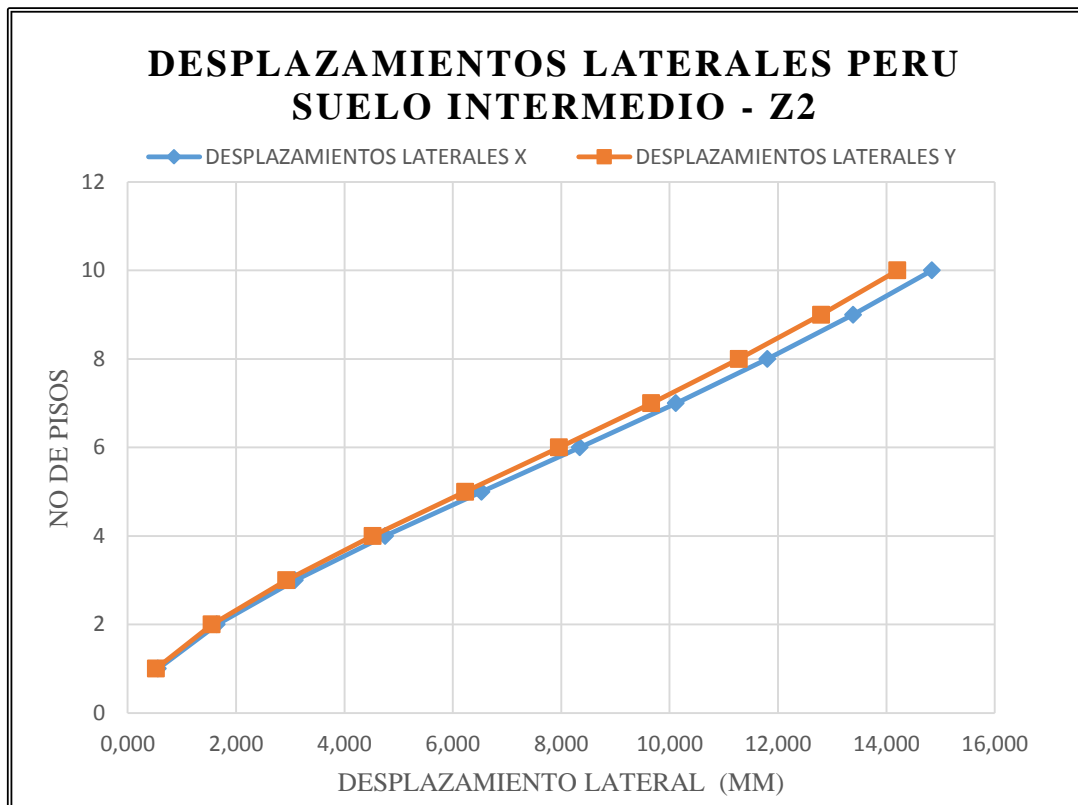
*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 108: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y*

<b>SUELO INTERMEDIO – Z2 - DIRECCIÓN Y-Y</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b><math>\Delta</math>Inelástico relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.523	0.523	5.1	Irregular	2.668	0.0010	0.007	OK
2	2800	1.551	1.028	5.1	Irregular	5.244	0.0019	0.007	OK
3	2800	2.926	1.374	5.1	Irregular	7.010	0.0025	0.007	OK
4	2800	4.519	1.593	5.1	Irregular	8.126	0.0029	0.007	OK
5	2800	6.226	1.707	5.1	Irregular	8.706	0.0031	0.007	OK
6	2800	7.962	1.736	5.1	Irregular	8.852	0.0032	0.007	OK
7	2800	9.661	1.699	5.1	Irregular	8.667	0.0031	0.007	OK
8	2800	11.280	1.618	5.1	Irregular	8.252	0.0029	0.007	OK
9	2800	12.796	1.516	5.1	Irregular	7.732	0.0028	0.007	OK
10	2800	14.203	1.407	5.1	Irregular	7.178	0.0026	0.007	OK

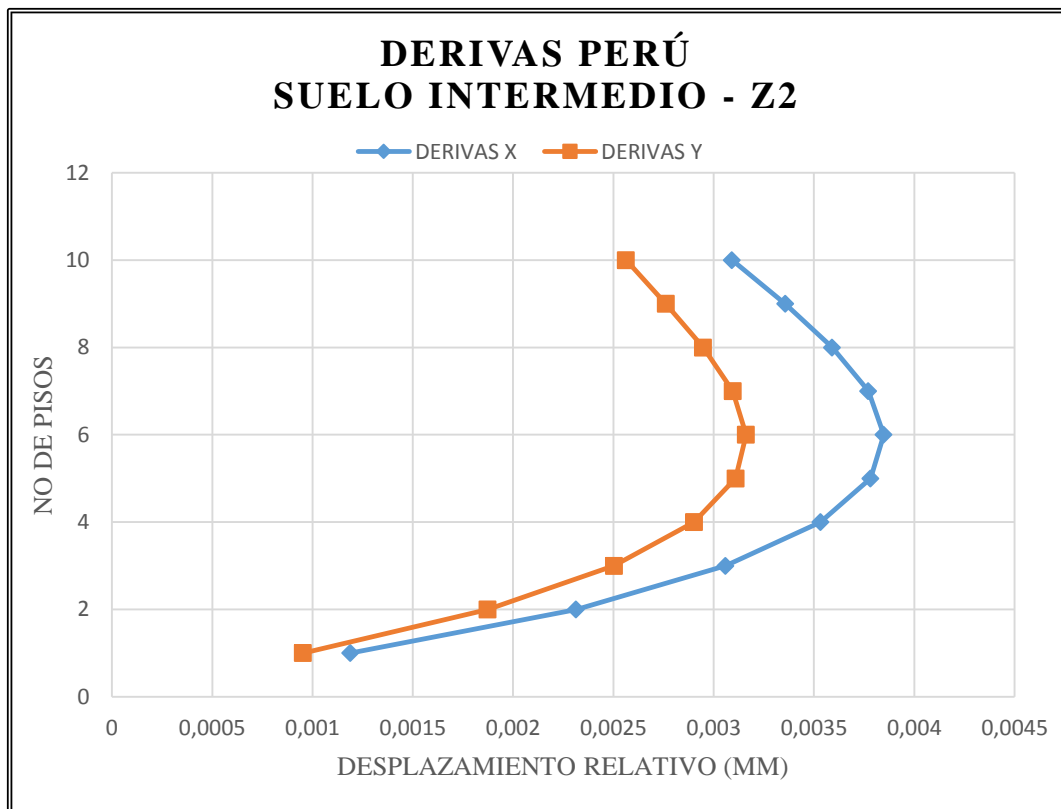
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 35: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo intermedio, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 36: Derivas en Perú – Suelo intermedio, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

*Tabla 109: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X*

<b>SUELO INTERMEDIO – Z3 - DIRECCIÓN X-X</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b><math>\Delta</math>Inelástico relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.750	0.750	5.95	Irregular	4.462	0.0016	0.007	OK
2	2800	2.211	1.461	5.95	Irregular	8.691	0.0031	0.007	OK
3	2800	4.142	1.931	5.95	Irregular	11.489	0.0041	0.007	OK
4	2800	6.371	2.230	5.95	Irregular	13.267	0.0047	0.007	OK
5	2800	8.758	2.387	5.95	Irregular	14.203	0.0051	0.007	OK
6	2800	11.187	2.429	5.95	Irregular	14.450	0.0052	0.007	OK
7	2800	13.567	2.380	5.95	Irregular	14.161	0.0051	0.007	OK
8	2800	15.833	2.266	5.95	Irregular	13.483	0.0048	0.007	OK
9	2800	17.951	2.118	5.95	Irregular	12.605	0.0045	0.007	OK
10	2800	19.903	1.951	5.95	Irregular	11.609	0.0041	0.007	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

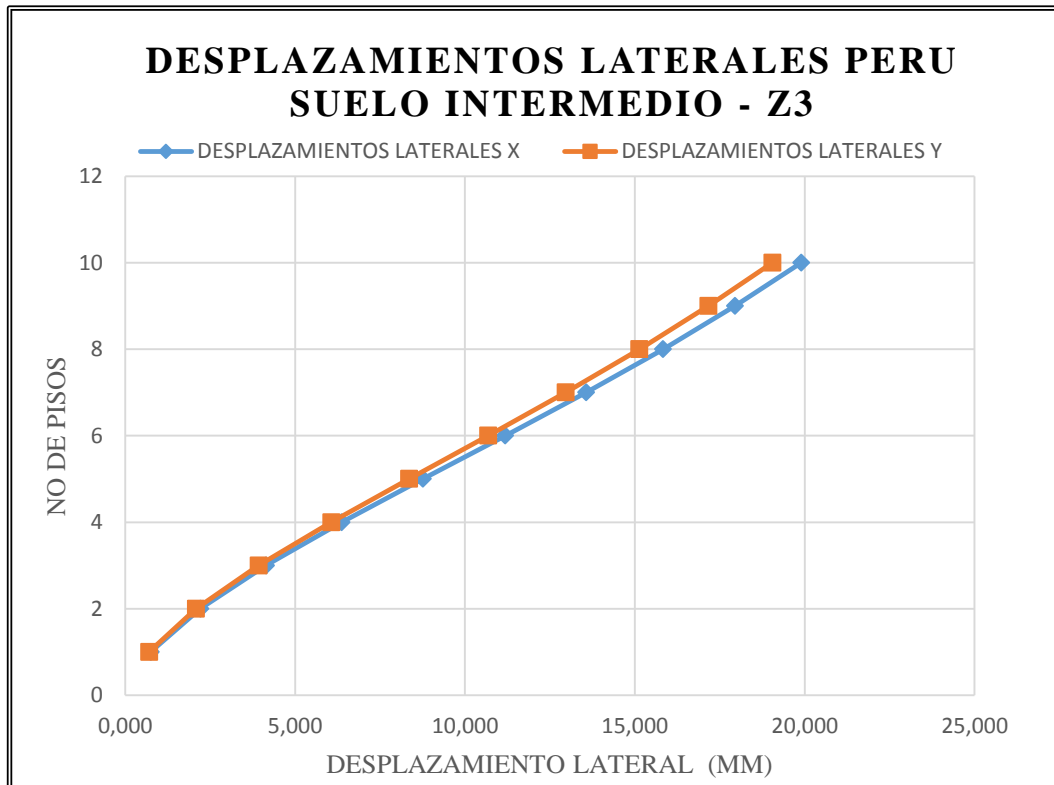
*Tabla 110: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y*

<b>SUELO INTERMEDIO – Z3 - DIRECCIÓN Y-Y</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b><math>\Delta</math>Inelástico relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.702	0.702	5.1	Irregular	3.579	0.0013	0.007	OK
2	2800	2.082	1.380	5.1	Irregular	7.036	0.0025	0.007	OK
3	2800	3.926	1.844	5.1	Irregular	9.405	0.0034	0.007	OK
4	2800	6.063	2.138	5.1	Irregular	10.903	0.0039	0.007	OK
5	2800	8.354	2.290	5.1	Irregular	11.680	0.0042	0.007	OK
6	2800	10.682	2.329	5.1	Irregular	11.876	0.0042	0.007	OK
7	2800	12.962	2.280	5.1	Irregular	11.628	0.0042	0.007	OK
8	2800	15.133	2.171	5.1	Irregular	11.072	0.0040	0.007	OK
9	2800	17.167	2.034	5.1	Irregular	10.374	0.0037	0.007	OK
10	2800	19.056	1.888	5.1	Irregular	9.630	0.0034	0.007	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

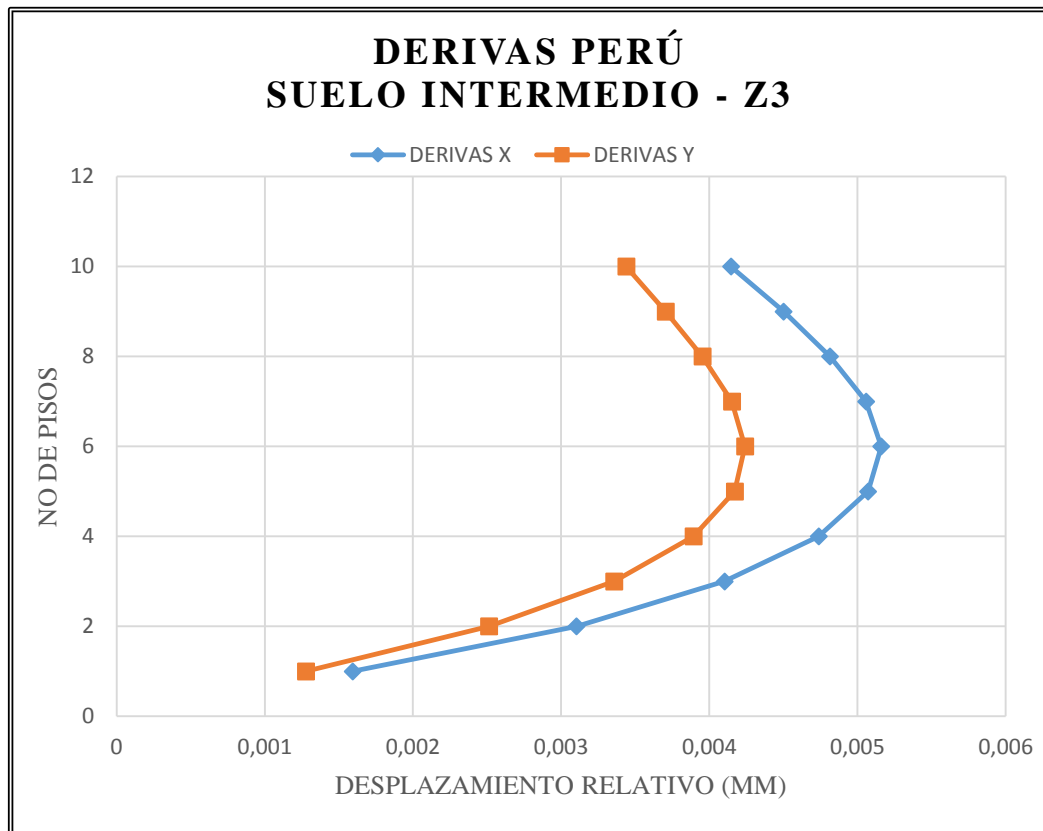


Gráfico 37: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo intermedio, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 38: Derivas en Perú – Suelo intermedio, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 111: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X

SUELO INTERMEDIO – Z4 - DIRECCIÓN X-X									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.881	0.881	5.95	Irregular	5.239	0.0019	0.007	OK
2	2800	2.596	1.715	5.95	Irregular	10.205	0.0036	0.007	OK
3	2800	4.863	2.267	5.95	Irregular	13.491	0.0048	0.007	OK
4	2800	7.481	2.618	5.95	Irregular	15.578	0.0056	0.007	OK
5	2800	10.284	2.803	5.95	Irregular	16.677	0.0060	0.007	OK
6	2800	13.136	2.852	5.95	Irregular	16.968	0.0061	0.007	OK
7	2800	15.930	2.795	5.95	Irregular	16.628	0.0059	0.007	OK
8	2800	18.591	2.661	5.95	Irregular	15.832	0.0057	0.007	OK
9	2800	21.079	2.488	5.95	Irregular	14.801	0.0053	0.007	OK
10	2800	23.370	2.291	5.95	Irregular	13.631	0.0049	0.007	OK

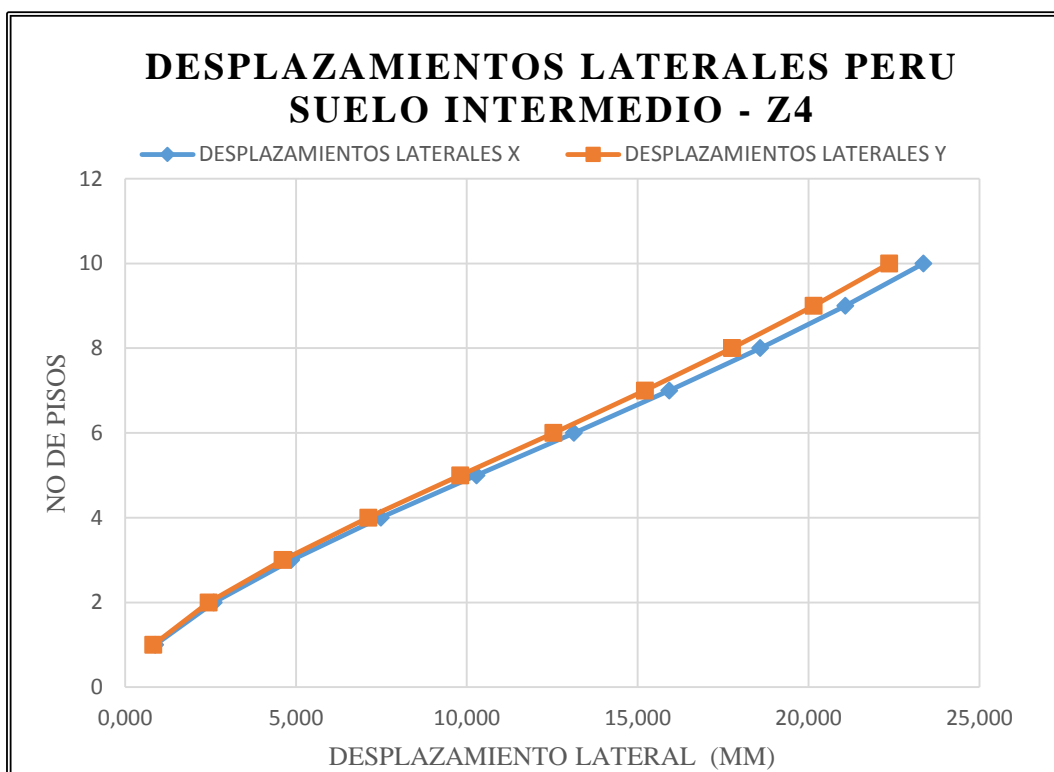
Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 112: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y*

<b>SUELO INTERMEDIO – Z4 - DIRECCIÓN Y-Y</b>									
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>R</b>	<b>Tipo Estructura</b>	<b><math>\Delta</math>Inelástico relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei</b>	<b><math>\Delta</math>ir/hei (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.824	0.824	5.1	Irregular	4.201	0.0015	0.007	OK
2	2800	2.443	1.619	5.1	Irregular	8.257	0.0029	0.007	OK
3	2800	4.607	2.164	5.1	Irregular	11.037	0.0039	0.007	OK
4	2800	7.116	2.509	5.1	Irregular	12.795	0.0046	0.007	OK
5	2800	9.803	2.688	5.1	Irregular	13.708	0.0049	0.007	OK
6	2800	12.536	2.733	5.1	Irregular	13.937	0.0050	0.007	OK
7	2800	15.212	2.676	5.1	Irregular	13.646	0.0049	0.007	OK
8	2800	17.760	2.548	5.1	Irregular	12.994	0.0046	0.007	OK
9	2800	20.147	2.387	5.1	Irregular	12.174	0.0043	0.007	OK
10	2800	22.363	2.216	5.1	Irregular	11.301	0.0040	0.007	OK

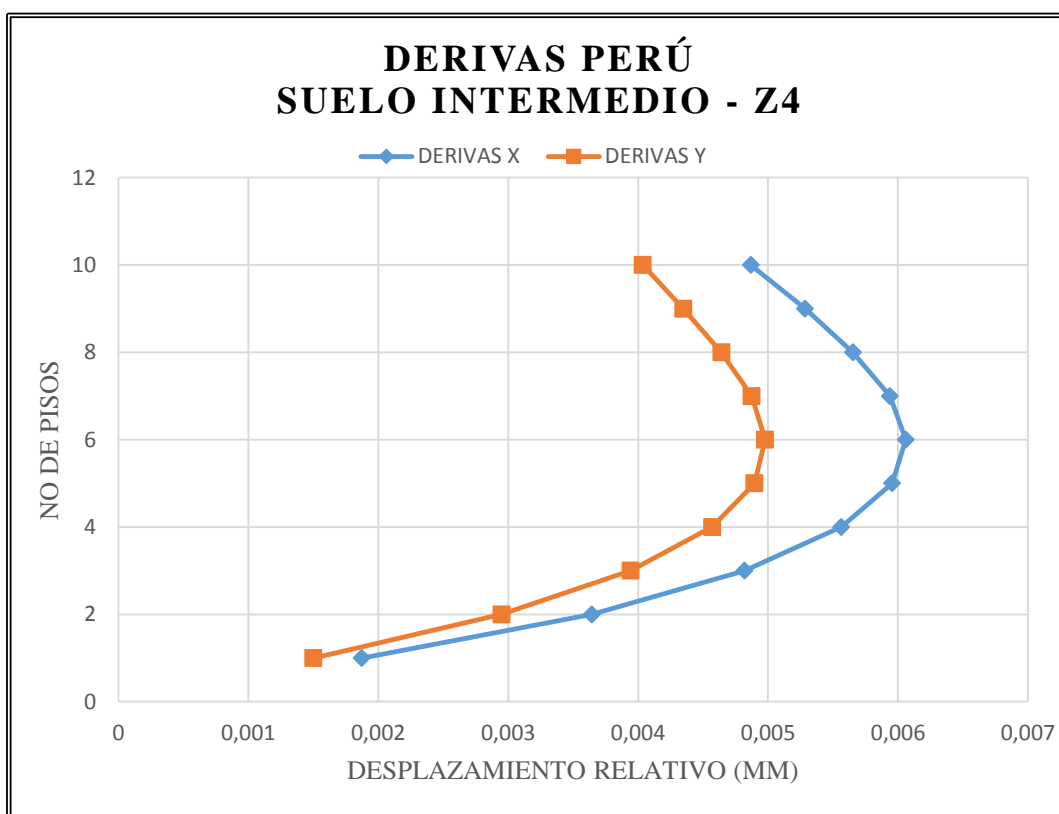
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 39: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo intermedio, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 40: Derivas en Perú – Suelo intermedio, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 113: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona I y tipo de suelo blando, dirección X-X

SUELO BLANDO - Z1 - DIRECCIÓN X-X									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.372	0.372	5.95	Irregular	2.216	0.0008	0.007	OK
2	2800	1.098	0.725	5.95	Irregular	4.317	0.0015	0.007	OK
3	2800	2.057	0.959	5.95	Irregular	5.706	0.0020	0.007	OK
4	2800	3.164	1.107	5.95	Irregular	6.589	0.0024	0.007	OK
5	2800	4.350	1.186	5.95	Irregular	7.054	0.0025	0.007	OK
6	2800	5.556	1.206	5.95	Irregular	7.177	0.0026	0.007	OK
7	2800	6.738	1.182	5.95	Irregular	7.034	0.0025	0.007	OK
8	2800	7.864	1.126	5.95	Irregular	6.697	0.0024	0.007	OK
9	2800	8.916	1.052	5.95	Irregular	6.261	0.0022	0.007	OK
10	2800	9.885	0.969	5.95	Irregular	5.766	0.0021	0.007	OK

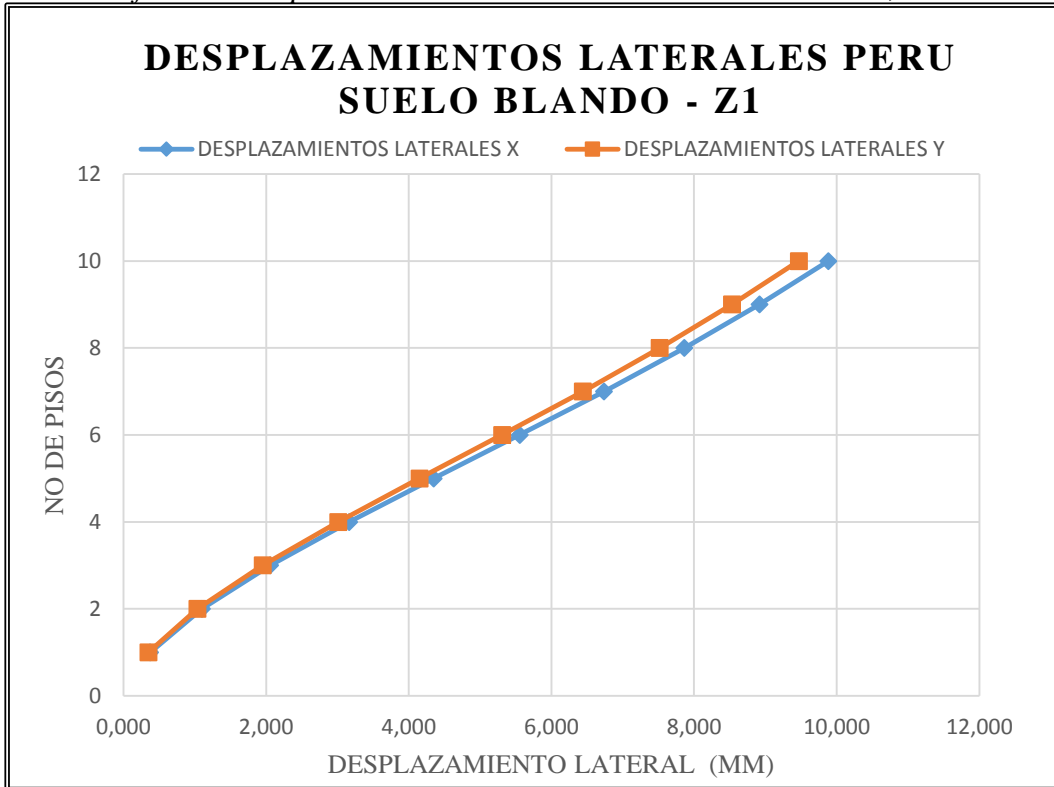
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 114: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona I y tipo de suelo blando, dirección Y-Y

SUELO BLANDO - Z1 - DIRECCIÓN Y-Y									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.824	0.824	5.1	Irregular	4.201	0.0015	0.007	OK
2	2800	2.443	1.619	5.1	Irregular	8.257	0.0029	0.007	OK
3	2800	4.607	2.164	5.1	Irregular	11.037	0.0039	0.007	OK
4	2800	7.116	2.509	5.1	Irregular	12.795	0.0046	0.007	OK
5	2800	9.803	2.688	5.1	Irregular	13.708	0.0049	0.007	OK
6	2800	12.536	2.733	5.1	Irregular	13.937	0.0050	0.007	OK
7	2800	15.212	2.676	5.1	Irregular	13.646	0.0049	0.007	OK
8	2800	17.760	2.548	5.1	Irregular	12.994	0.0046	0.007	OK
9	2800	20.147	2.387	5.1	Irregular	12.174	0.0043	0.007	OK
10	2800	22.363	2.216	5.1	Irregular	11.301	0.0040	0.007	OK

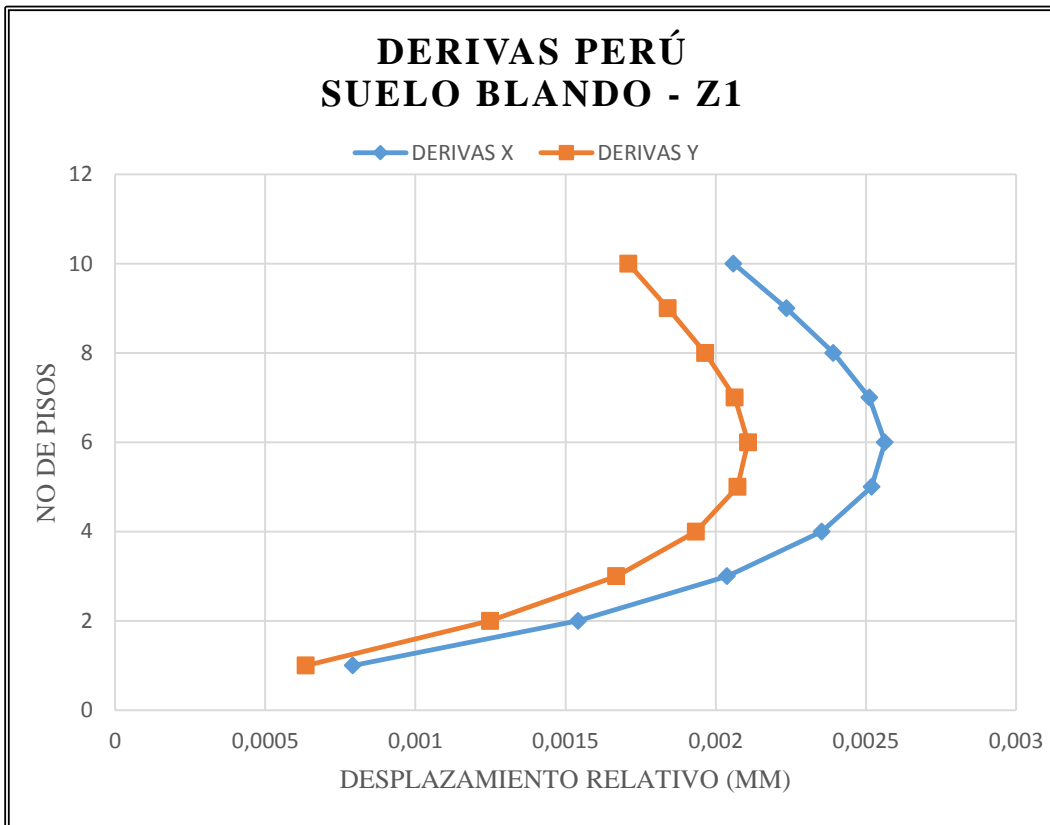
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 41: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo blando, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 42: Derivas en Perú – Suelo blando, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 115: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección X-X

SUELO BLANDO – Z2 - DIRECCIÓN X-X									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.652	0.652	5.95	Irregular	3.881	0.0014	0.007	OK
2	2800	1.923	1.270	5.95	Irregular	7.559	0.0027	0.007	OK
3	2800	3.602	1.680	5.95	Irregular	9.993	0.0036	0.007	OK
4	2800	5.542	1.939	5.95	Irregular	11.539	0.0041	0.007	OK
5	2800	7.618	2.076	5.95	Irregular	12.354	0.0044	0.007	OK
6	2800	9.730	2.112	5.95	Irregular	12.569	0.0045	0.007	OK
7	2800	11.801	2.070	5.95	Irregular	12.317	0.0044	0.007	OK
8	2800	13.772	1.971	5.95	Irregular	11.728	0.0042	0.007	OK
9	2800	15.614	1.843	5.95	Irregular	10.964	0.0039	0.007	OK
10	2800	17.311	1.697	5.95	Irregular	10.097	0.0036	0.007	OK

Fuente: Elaboración Propia

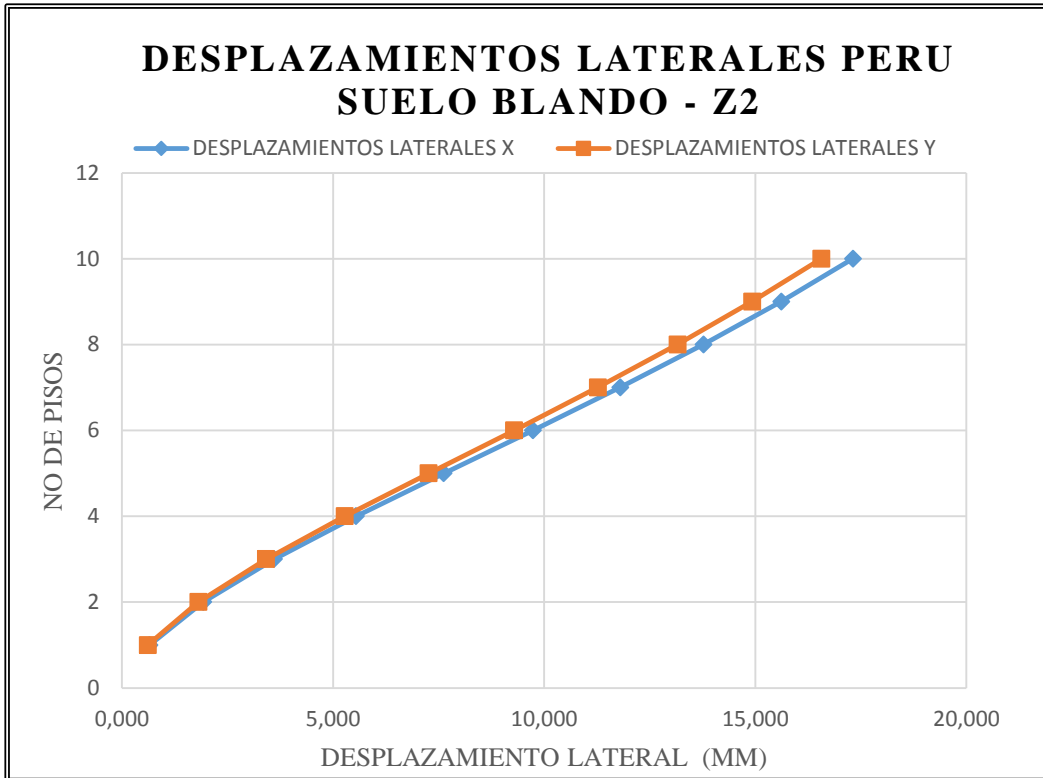


Tabla 116: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y

SUELO BLANDO – Z2 - DIRECCIÓN Y-Y									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.610	0.610	5.1	Irregular	3.112	0.0011	0.007	OK
2	2800	1.810	1.199	5.1	Irregular	6.117	0.0022	0.007	OK
3	2800	3.413	1.603	5.1	Irregular	8.176	0.0029	0.007	OK
4	2800	5.271	1.858	5.1	Irregular	9.478	0.0034	0.007	OK
5	2800	7.262	1.991	5.1	Irregular	10.154	0.0036	0.007	OK
6	2800	9.286	2.024	5.1	Irregular	10.324	0.0037	0.007	OK
7	2800	11.268	1.982	5.1	Irregular	10.108	0.0036	0.007	OK
8	2800	13.156	1.887	5.1	Irregular	9.625	0.0034	0.007	OK
9	2800	14.924	1.768	5.1	Irregular	9.018	0.0032	0.007	OK
10	2800	16.565	1.641	5.1	Irregular	8.371	0.0030	0.007	OK

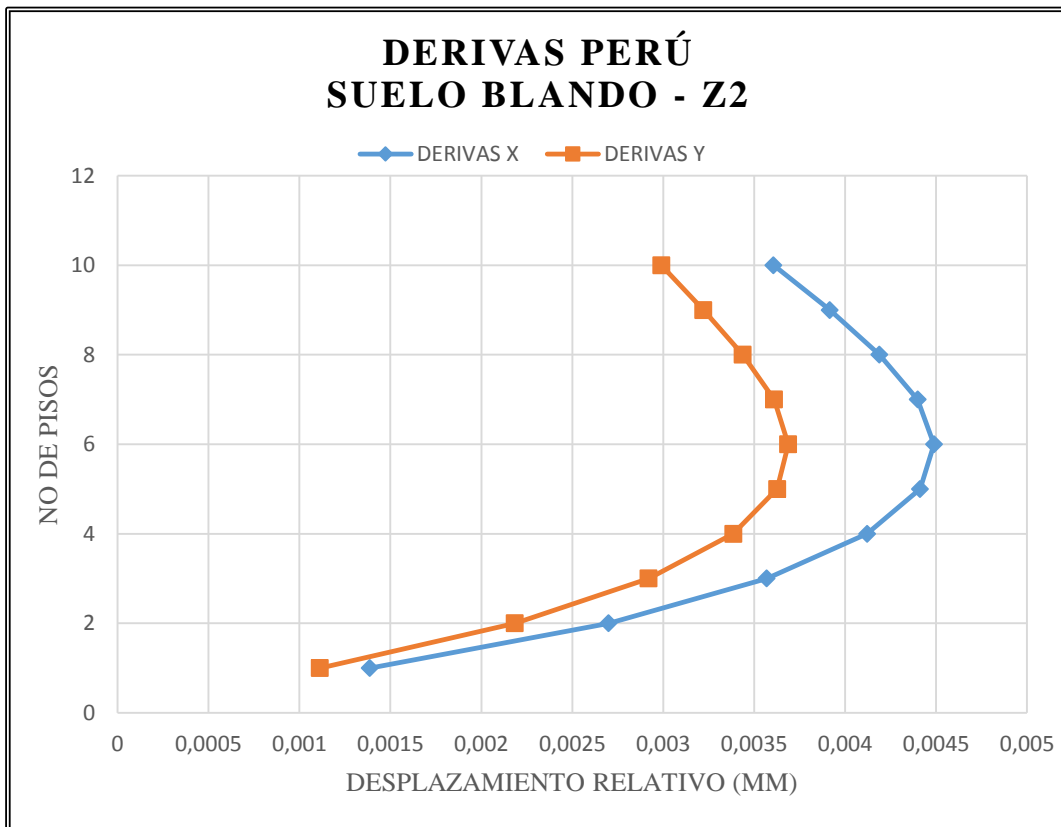
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 43: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo blando, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 44: Derivas en Perú – Suelo blando, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 117: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección X-X

SUELO BLANDO – Z3 - DIRECCIÓN X-X									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.782	0.782	5.95	Irregular	4.656	0.0017	0.007	OK
2	2800	2.307	1.524	5.95	Irregular	9.068	0.0032	0.007	OK
3	2800	4.321	2.015	5.95	Irregular	11.988	0.0043	0.007	OK
4	2800	6.648	2.326	5.95	Irregular	13.842	0.0049	0.007	OK
5	2800	9.138	2.491	5.95	Irregular	14.820	0.0053	0.007	OK
6	2800	11.672	2.534	5.95	Irregular	15.077	0.0054	0.007	OK
7	2800	14.156	2.483	5.95	Irregular	14.776	0.0053	0.007	OK
8	2800	16.520	2.364	5.95	Irregular	14.068	0.0050	0.007	OK
9	2800	18.731	2.210	5.95	Irregular	13.152	0.0047	0.007	OK
10	2800	20.766	2.036	5.95	Irregular	12.113	0.0043	0.007	OK

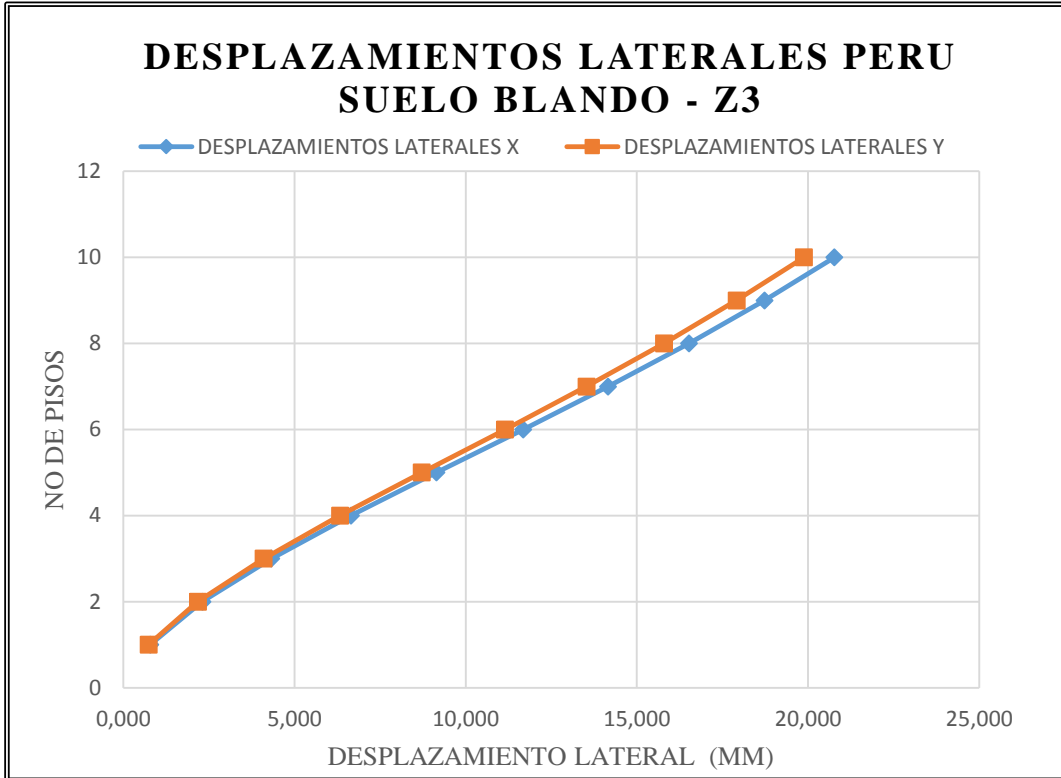
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 118: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y

SUELO BLANDO – Z3 - DIRECCIÓN Y-Y									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.732	0.732	5.1	Irregular	3.735	0.0013	0.007	OK
2	2800	2.172	1.440	5.1	Irregular	7.342	0.0026	0.007	OK
3	2800	4.096	1.924	5.1	Irregular	9.813	0.0035	0.007	OK
4	2800	6.326	2.231	5.1	Irregular	11.376	0.0041	0.007	OK
5	2800	8.716	2.390	5.1	Irregular	12.187	0.0044	0.007	OK
6	2800	11.146	2.430	5.1	Irregular	12.392	0.0044	0.007	OK
7	2800	13.525	2.379	5.1	Irregular	12.132	0.0043	0.007	OK
8	2800	15.790	2.265	5.1	Irregular	11.552	0.0041	0.007	OK
9	2800	17.912	2.122	5.1	Irregular	10.824	0.0039	0.007	OK
10	2800	19.882	1.970	5.1	Irregular	10.048	0.0036	0.007	OK

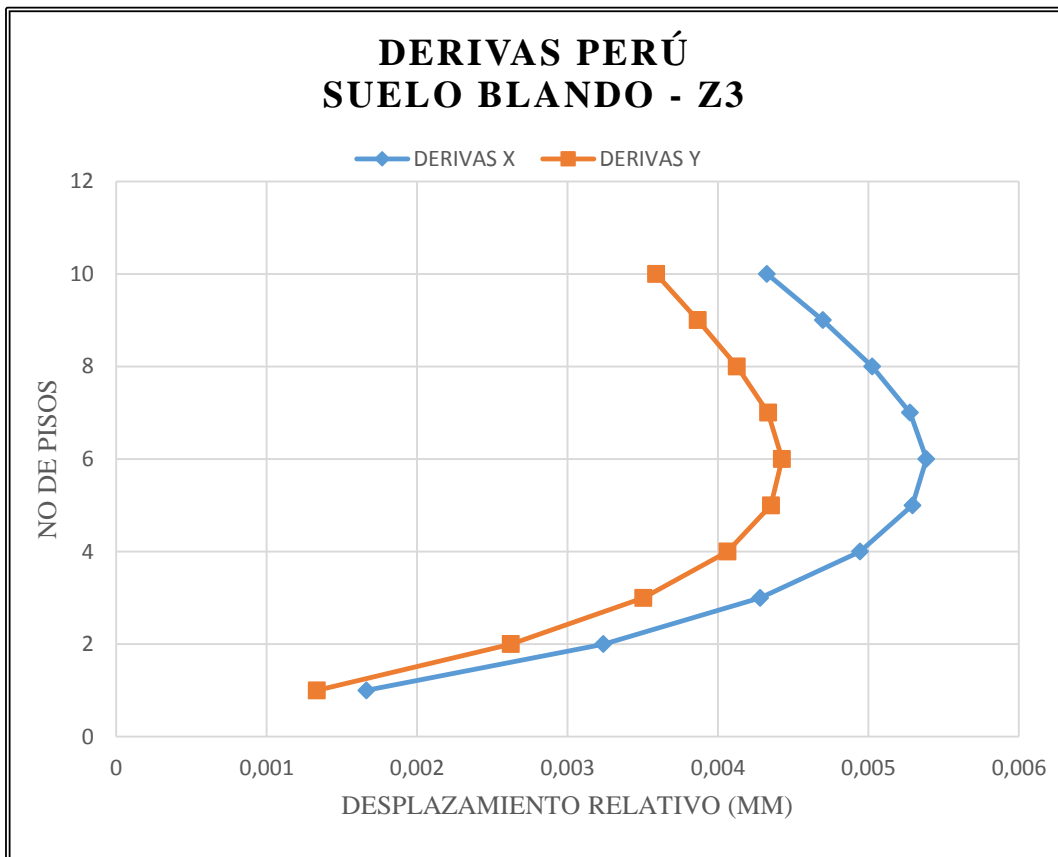
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 45: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo blando, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 46: Derivas en Perú – Suelo blando, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 119: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección X-X

SUELO BLANDO – Z4 - DIRECCIÓN X-X									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.922	0.922	5.95	Irregular	5.487	0.0020	0.007	OK
2	2800	2.718	1.796	5.95	Irregular	10.687	0.0038	0.007	OK
3	2800	5.093	2.374	5.95	Irregular	14.128	0.0050	0.007	OK
4	2800	7.834	2.742	5.95	Irregular	16.313	0.0058	0.007	OK
5	2800	10.770	2.935	5.95	Irregular	17.465	0.0062	0.007	OK
6	2800	13.756	2.986	5.95	Irregular	17.769	0.0063	0.007	OK
7	2800	16.683	2.927	5.95	Irregular	17.413	0.0062	0.007	OK
8	2800	19.469	2.786	5.95	Irregular	16.580	0.0059	0.007	OK
9	2800	22.074	2.605	5.95	Irregular	15.500	0.0055	0.007	OK
10	2800	24.473	2.399	5.95	Irregular	14.275	0.0051	0.007	OK

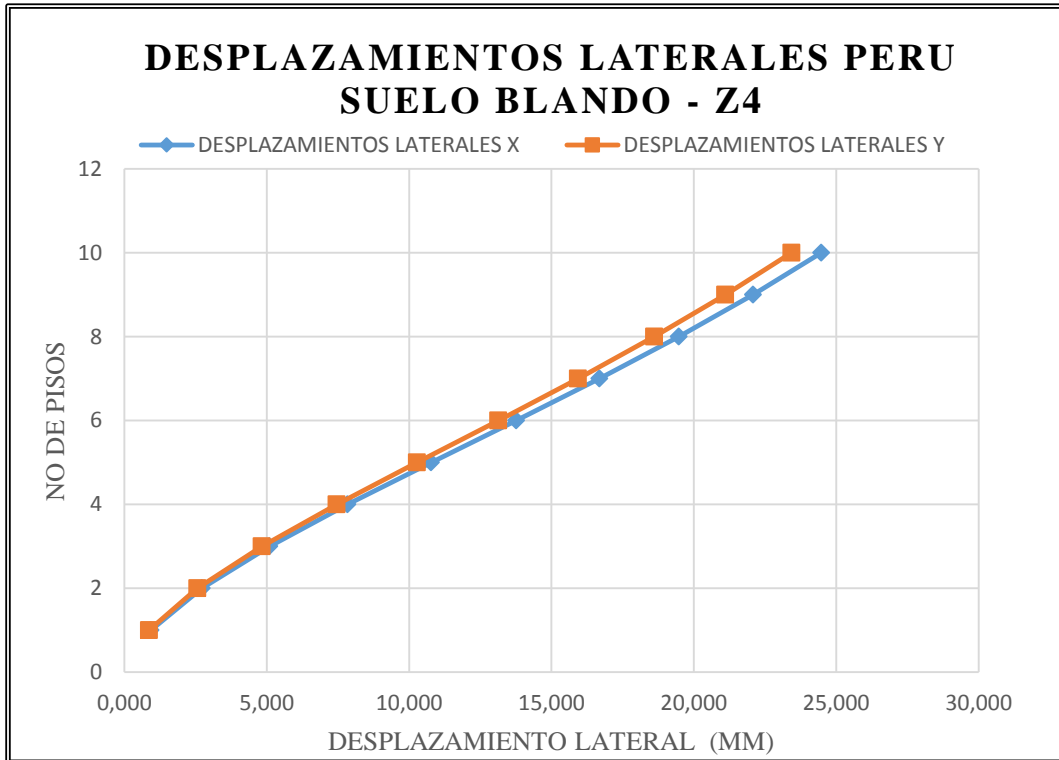
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 120: Control de desplazamientos laterales en Perú, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y

SUELO BLANDO – Z4 - DIRECCIÓN Y-Y									
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	R	Tipo Estructura	$\Delta$ Inelástico relativo (mm)	$\Delta$ ir/hei	$\Delta$ ir/hei (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.863	0.863	5.1	Irregular	4.400	0.0016	0.007	OK
2	2800	2.559	1.696	5.1	Irregular	8.650	0.0031	0.007	OK
3	2800	4.826	2.267	5.1	Irregular	11.561	0.0041	0.007	OK
4	2800	7.454	2.628	5.1	Irregular	13.403	0.0048	0.007	OK
5	2800	10.269	2.816	5.1	Irregular	14.359	0.0051	0.007	OK
6	2800	13.132	2.863	5.1	Irregular	14.600	0.0052	0.007	OK
7	2800	15.935	2.803	5.1	Irregular	14.295	0.0051	0.007	OK
8	2800	18.604	2.669	5.1	Irregular	13.611	0.0049	0.007	OK
9	2800	21.104	2.501	5.1	Irregular	12.753	0.0046	0.007	OK
10	2800	23.426	2.321	5.1	Irregular	11.838	0.0042	0.007	OK

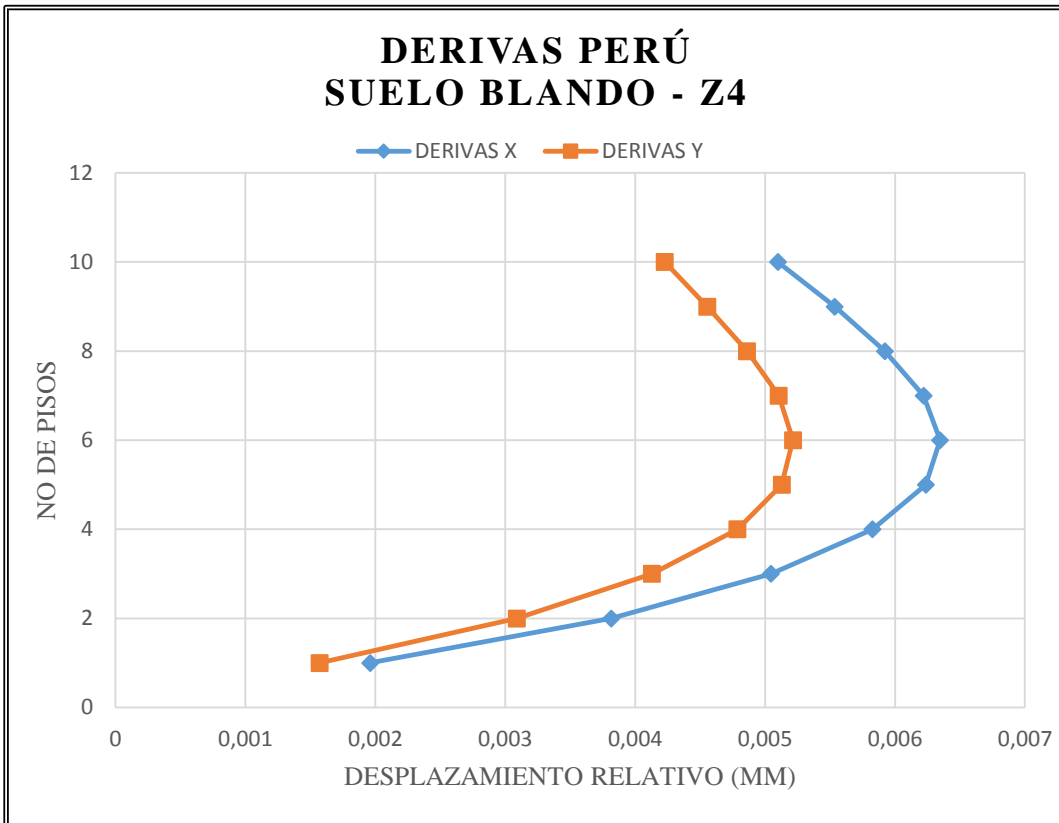
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 47: Desplazamientos laterales en Perú – Suelo blando, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 48: Derivas en Perú – Suelo blando, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.



### 3.4.11.2 Desplazamientos laterales en Chile

Se determinan los desplazamientos laterales absolutos y relativos en cada dirección, para cada tipo de suelo y para cada zona sísmica.

*Tabla 121: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección X-X*

<b>SUELO RÍGIDO - Z1 - DIRECCIÓN X-X CHILE</b>											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$	$\Delta$ Elástico	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$	$\Delta$ Elástico	$\Delta$	0.001h	CUMPLE?
		Elástico CM (mm)	CM Relativo (mm)				Elástico (mm)	Relativo (mm)	Elástico CM - $\Delta$ Elástico		
1	2800	0.177	0.177	0.000063	0.002	OK	0.202	0.202	0.025	2.8	OK
2	2800	0.535	0.358	0.000128	0.002	OK	0.594	0.392	0.034	2.8	OK
3	2800	0.996	0.461	0.000165	0.002	OK	1.112	0.518	0.057	2.8	OK
4	2800	1.515	0.519	0.000185	0.002	OK	1.709	0.597	0.078	2.8	OK
5	2800	2.054	0.539	0.000193	0.002	OK	2.348	0.639	0.100	2.8	OK
6	2800	2.589	0.535	0.000191	0.002	OK	2.998	0.650	0.115	2.8	OK
7	2800	3.100	0.511	0.000183	0.002	OK	3.635	0.637	0.126	2.8	OK
8	2800	3.573	0.473	0.000169	0.002	OK	4.242	0.607	0.134	2.8	OK
9	2800	4.002	0.429	0.000153	0.002	OK	4.810	0.568	0.139	2.8	OK
10	2800	4.385	0.383	0.000137	0.002	OK	5.333	0.523	0.140	2.8	OK

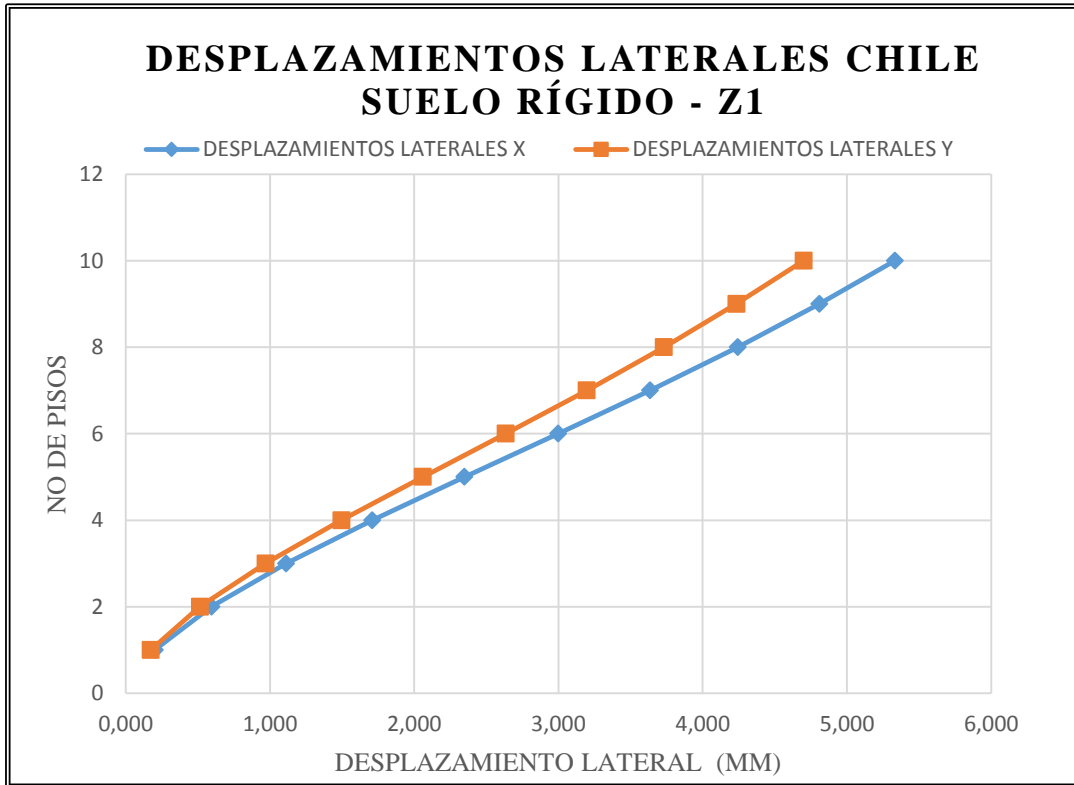
*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 122: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y

<b>SUELO RÍGIDO - Z1 - DIRECCIÓN Y-Y CHILE</b>											
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b>Δ Elástico CM (mm)</b>	<b>ΔElástico CM Relativo (mm)</b>	<b>Δ/h</b>	<b>0.002 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>	<b>Δ Elástico (mm)</b>	<b>ΔElástico Relativo (mm)</b>	<b>Δ Elástico CM - Δ Elástico</b>	<b>0.001h</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.163	0.163	0.000058	0.002	OK	0.174	0.174	0.011	2.8	OK
2	2800	0.483	0.320	0.000114	0.002	OK	0.514	0.341	0.021	2.8	OK
3	2800	0.911	0.428	0.000153	0.002	OK	0.969	0.455	0.027	2.8	OK
4	2800	1.406	0.495	0.000177	0.002	OK	1.496	0.527	0.032	2.8	OK
5	2800	1.937	0.531	0.000190	0.002	OK	2.060	0.564	0.033	2.8	OK
6	2800	2.477	0.540	0.000193	0.002	OK	2.634	0.574	0.034	2.8	OK
7	2800	3.005	0.528	0.000189	0.002	OK	3.196	0.562	0.034	2.8	OK
8	2800	3.51	0.505	0.000180	0.002	OK	3.732	0.536	0.031	2.8	OK
9	2800	3.983	0.473	0.000169	0.002	OK	4.234	0.502	0.029	2.8	OK
10	2800	4.422	0.439	0.000157	0.002	OK	4.700	0.467	0.028	2.8	OK

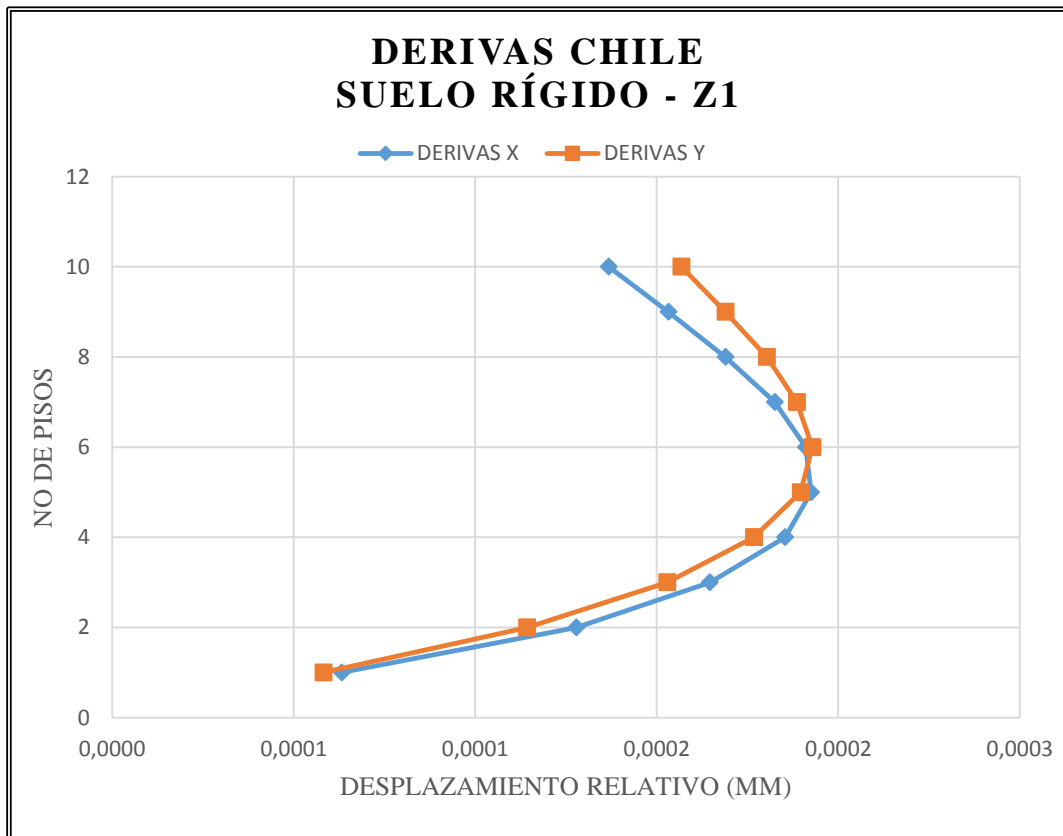
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 49: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo rígido, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 50: Derivas en Chile – Suelo rígido, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 123: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección X-X

<b>SUELO RÍGIDO – Z2 - DIRECCIÓN X-X CHILE</b>											
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b>Δ Elástico CM (mm)</b>	<b>ΔElástico CM Relativo (mm)</b>	<b>Δ/h</b>	<b>0.002 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>	<b>Δ Elástico (mm)</b>	<b>Δ Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Δ Elástico CM - Δ Elástico</b>	<b>0.001h</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.266	0.266	0.000095	0.002	OK	0.303	0.303	0.037	2.8	OK
2	2800	0.802	0.536	0.000191	0.002	OK	0.891	0.588	0.052	2.8	OK
3	2800	1.495	0.693	0.000248	0.002	OK	1.668	0.777	0.084	2.8	OK
4	2800	2.272	0.777	0.000278	0.002	OK	2.564	0.896	0.119	2.8	OK
5	2800	3.081	0.809	0.000289	0.002	OK	3.522	0.958	0.149	2.8	OK
6	2800	3.884	0.803	0.000287	0.002	OK	4.497	0.975	0.172	2.8	OK
7	2800	4.65	0.766	0.000274	0.002	OK	5.452	0.956	0.190	2.8	OK
8	2800	5.359	0.709	0.000253	0.002	OK	6.363	0.911	0.202	2.8	OK
9	2800	6.002	0.643	0.000230	0.002	OK	7.215	0.852	0.209	2.8	OK
10	2800	6.578	0.576	0.000206	0.002	OK	8.000	0.785	0.209	2.8	OK

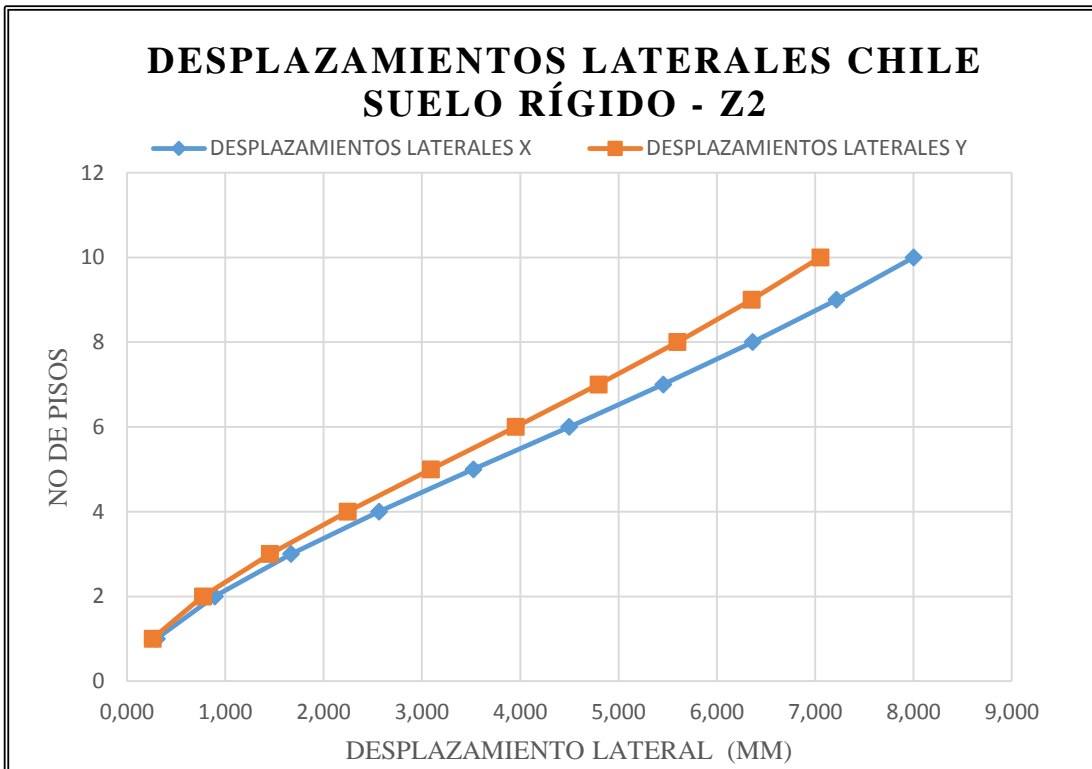
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 124: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y

SUELO RÍGIDO – Z2 - DIRECCIÓN Y-Y CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico CM (mm)	$\Delta$ Elástico CM Relativo (mm)	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	$\Delta$ Elástico CM - $\Delta$ Elástico	0.001h	CUMPLE?
1	2800	0.245	0.245	0.000088	0.002	OK	0.260	0.260	0.015	2.8	OK
2	2800	0.725	0.480	0.000171	0.002	OK	0.771	0.511	0.031	2.8	OK
3	2800	1.367	0.642	0.000229	0.002	OK	1.453	0.682	0.040	2.8	OK
4	2800	2.110	0.743	0.000265	0.002	OK	2.244	0.790	0.047	2.8	OK
5	2800	2.906	0.796	0.000284	0.002	OK	3.090	0.847	0.051	2.8	OK
6	2800	3.715	0.809	0.000289	0.002	OK	3.951	0.861	0.052	2.8	OK
7	2800	4.508	0.793	0.000283	0.002	OK	4.794	0.843	0.050	2.8	OK
8	2800	5.265	0.757	0.000270	0.002	OK	5.598	0.804	0.047	2.8	OK
9	2800	5.974	0.709	0.000253	0.002	OK	6.351	0.753	0.044	2.8	OK
10	2800	6.634	0.660	0.000236	0.002	OK	7.051	0.700	0.040	2.8	OK

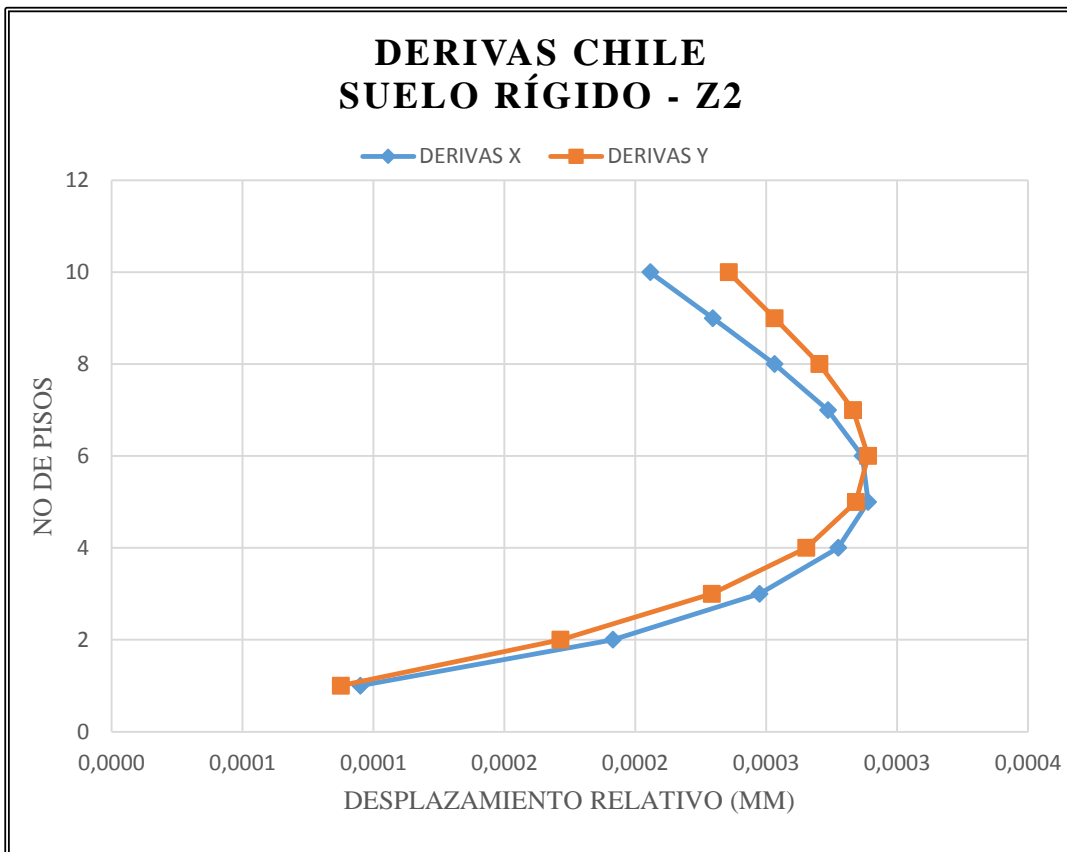
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 51: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo rígido, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 52: Derivas en Chile – Suelo rígido, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 125: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección X-X

<b>SUELO RÍGIDO – Z3 - DIRECCIÓN X-X CHILE</b>											
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b>Δ Elástico CM (mm)</b>	<b>Elástico CM Relativo (mm)</b>	<b>Δ/h</b>	<b>0.002 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>	<b>Δ Elástico (mm)</b>	<b>ΔElástico Relativo (mm)</b>	<b>Δ Elástico CM - Δ Elástico</b>	<b>0.001h</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.355	0.355	0.000127	0.002	OK	0.404	0.404	0.049	2.8	OK
2	2800	1.071	0.716	0.000256	0.002	OK	1.190	0.786	0.070	2.8	OK
3	2800	1.995	0.924	0.000330	0.002	OK	2.227	1.037	0.113	2.8	OK
4	2800	3.032	1.037	0.000370	0.002	OK	3.422	1.196	0.159	2.8	OK
5	2800	4.113	1.081	0.000386	0.002	OK	4.701	1.279	0.198	2.8	OK
6	2800	5.184	1.071	0.000383	0.002	OK	6.003	1.301	0.230	2.8	OK
7	2800	6.207	1.023	0.000365	0.002	OK	7.278	1.276	0.253	2.8	OK
8	2800	7.154	0.947	0.000338	0.002	OK	8.494	1.216	0.269	2.8	OK
9	2800	8.012	0.858	0.000306	0.002	OK	9.631	1.137	0.279	2.8	OK
10	2800	8.78	0.768	0.000274	0.002	OK	10.679	1.048	0.280	2.8	OK

Fuente: Elaboración Propia

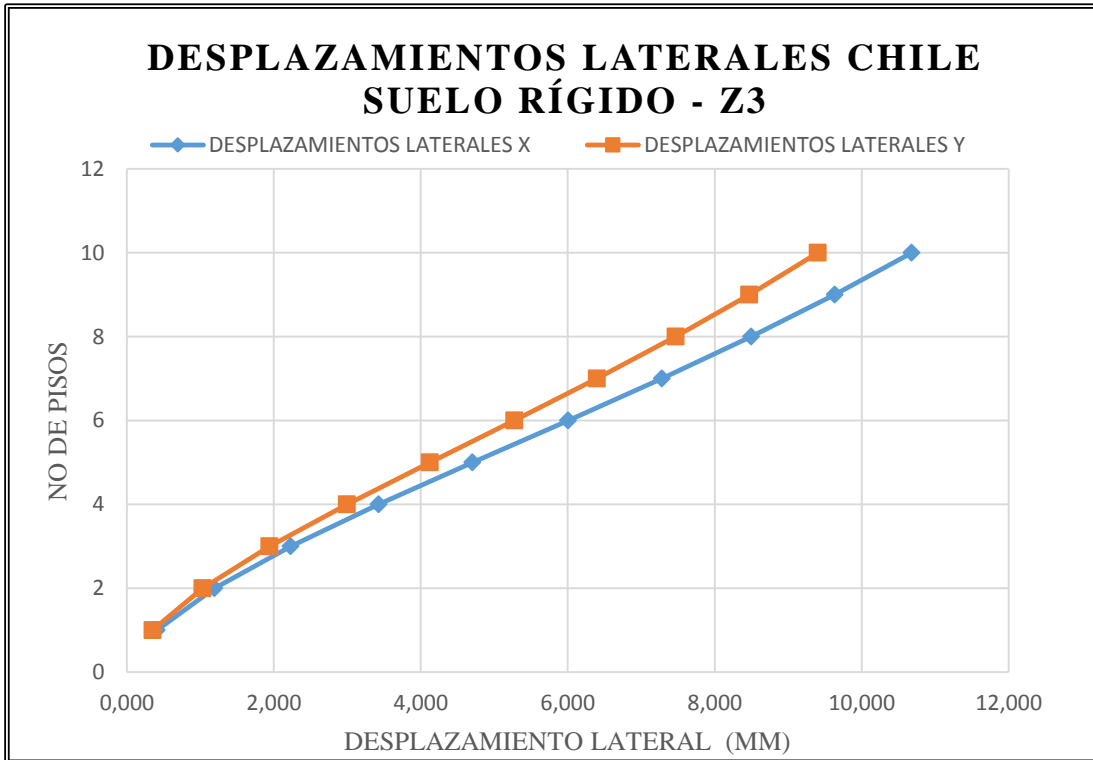
Tabla 126: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y

<b>SUELO RÍGIDO – Z3 - DIRECCIÓN Y-Y CHILE</b>											
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	$\Delta$ <b>Elástico CM (mm)</b>	<b>Elástico CM Relativo (mm)</b>	$\Delta/h$	<b>0.002 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>	$\Delta$ <b>Elástico (mm)</b>	$\Delta$ <b>Elástico CM - <math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b>0.001h</b>	<b>CUMPLE?</b>	
1	2800	0.327	0.327	0.000117	0.002	OK	0.347	0.347	0.020	2.8	OK
2	2800	0.967	0.640	0.000229	0.002	OK	1.028	0.681	0.041	2.8	OK
3	2800	1.822	0.855	0.000305	0.002	OK	1.938	0.910	0.055	2.8	OK
4	2800	2.813	0.991	0.000354	0.002	OK	2.992	1.054	0.063	2.8	OK
5	2800	3.875	1.062	0.000379	0.002	OK	4.121	1.129	0.067	2.8	OK
6	2800	4.954	1.079	0.000385	0.002	OK	5.269	1.148	0.069	2.8	OK
7	2800	6.011	1.057	0.000378	0.002	OK	6.393	1.124	0.067	2.8	OK
8	2800	7.02	1.009	0.000360	0.002	OK	7.464	1.071	0.062	2.8	OK
9	2800	7.966	0.946	0.000338	0.002	OK	8.469	1.005	0.059	2.8	OK
10	2800	8.845	0.879	0.000314	0.002	OK	9.402	0.933	0.054	2.8	OK

Fuente: Elaboración Propia

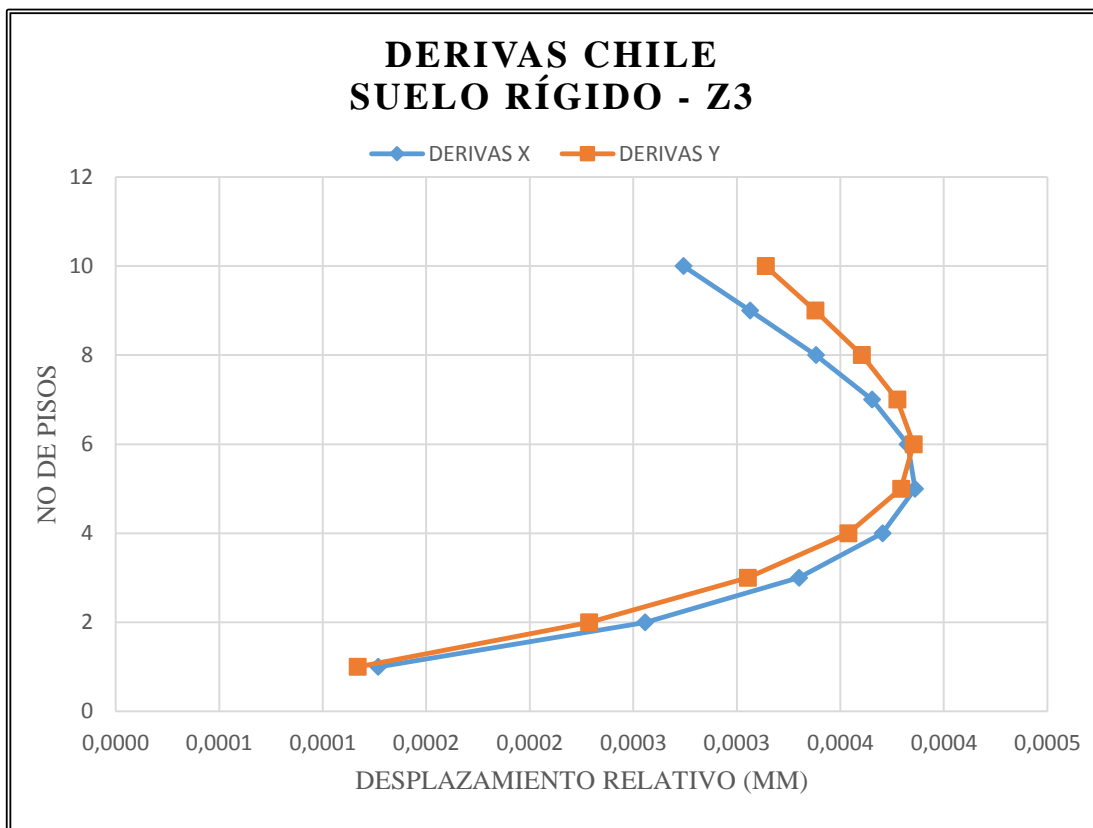


Gráfico 53: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo rígido, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 54: Derivas en Chile – Suelo rígido, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 127: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X

SUELO INTERMEDIO - Z1 - DIRECCIÓN X-X CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico CM (mm)	Elástico CM Relativo (mm)	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	$\Delta$ Elástico CM - $\Delta$ Elástico	0.001h	CUMPLE?
1	2800	0.278	0.278	0.000099	0.002	OK	0.319	0.319	0.041	2.8	OK
2	2800	0.84	0.562	0.000201	0.002	OK	0.941	0.622	0.060	2.8	OK
3	2800	1.57	0.730	0.000261	0.002	OK	1.765	0.824	0.094	2.8	OK
4	2800	2.392	0.822	0.000294	0.002	OK	2.718	0.953	0.131	2.8	OK
5	2800	3.251	0.859	0.000307	0.002	OK	3.738	1.020	0.161	2.8	OK
6	2800	4.103	0.852	0.000304	0.002	OK	4.776	1.038	0.186	2.8	OK
7	2800	4.915	0.812	0.000290	0.002	OK	5.793	1.017	0.205	2.8	OK
8	2800	5.666	0.751	0.000268	0.002	OK	6.761	0.968	0.217	2.8	OK
9	2800	6.345	0.679	0.000243	0.002	OK	7.665	0.904	0.225	2.8	OK
10	2800	6.951	0.606	0.000216	0.002	OK	8.498	0.832	0.226	2.8	OK

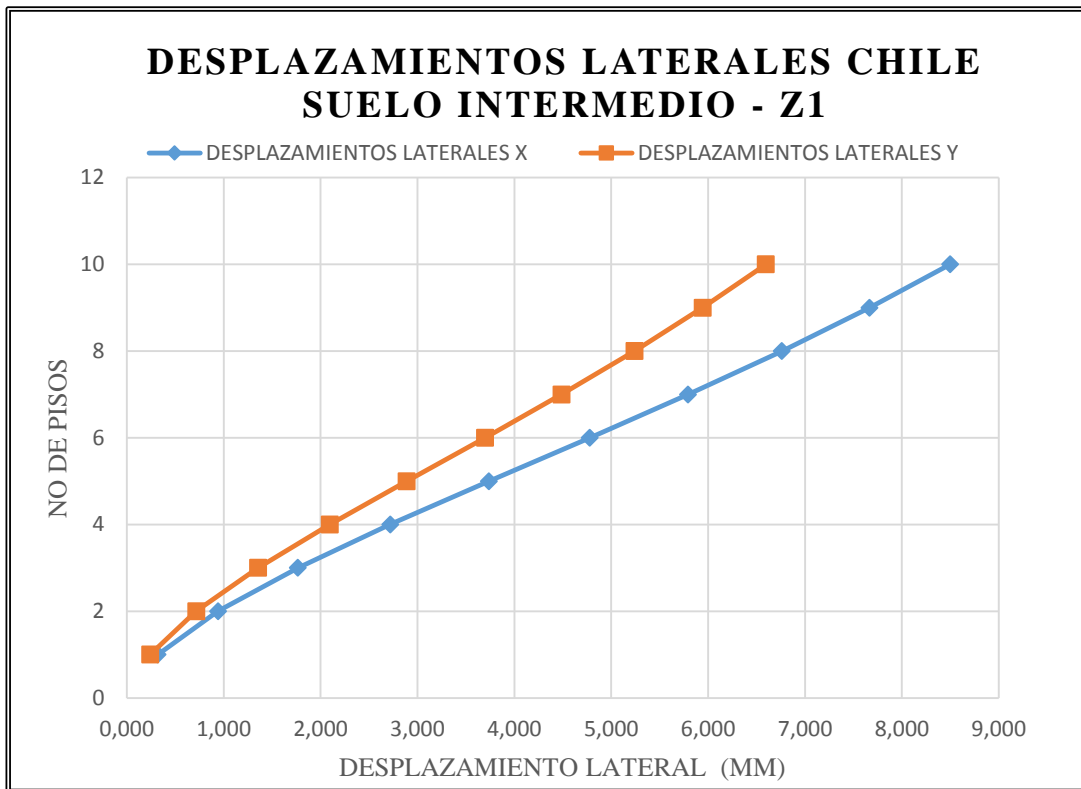
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 128: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y

SUELO INTERMEDIO - Z1 - DIRECCIÓN Y-Y CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico CM (mm)	Elástico CM Relativo (mm)	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	$\Delta$ Elástico CM - $\Delta$ Elástico	0.001h	CUMPLE?
1	2800	0.226	0.226	0.000081	0.002	OK	0.241	0.241	0.015	2.8	OK
2	2800	0.671	0.445	0.000159	0.002	OK	0.717	0.476	0.031	2.8	OK
3	2800	1.268	0.597	0.000213	0.002	OK	1.355	0.638	0.041	2.8	OK
4	2800	1.961	0.693	0.000248	0.002	OK	2.095	0.740	0.047	2.8	OK
5	2800	2.705	0.744	0.000266	0.002	OK	2.889	0.794	0.050	2.8	OK
6	2800	3.461	0.756	0.000270	0.002	OK	3.696	0.807	0.051	2.8	OK
7	2800	4.202	0.741	0.000265	0.002	OK	4.487	0.790	0.049	2.8	OK
8	2800	4.907	0.705	0.000252	0.002	OK	5.239	0.752	0.047	2.8	OK
9	2800	5.568	0.661	0.000236	0.002	OK	5.943	0.704	0.043	2.8	OK
10	2800	6.181	0.613	0.000219	0.002	OK	6.596	0.653	0.040	2.8	OK

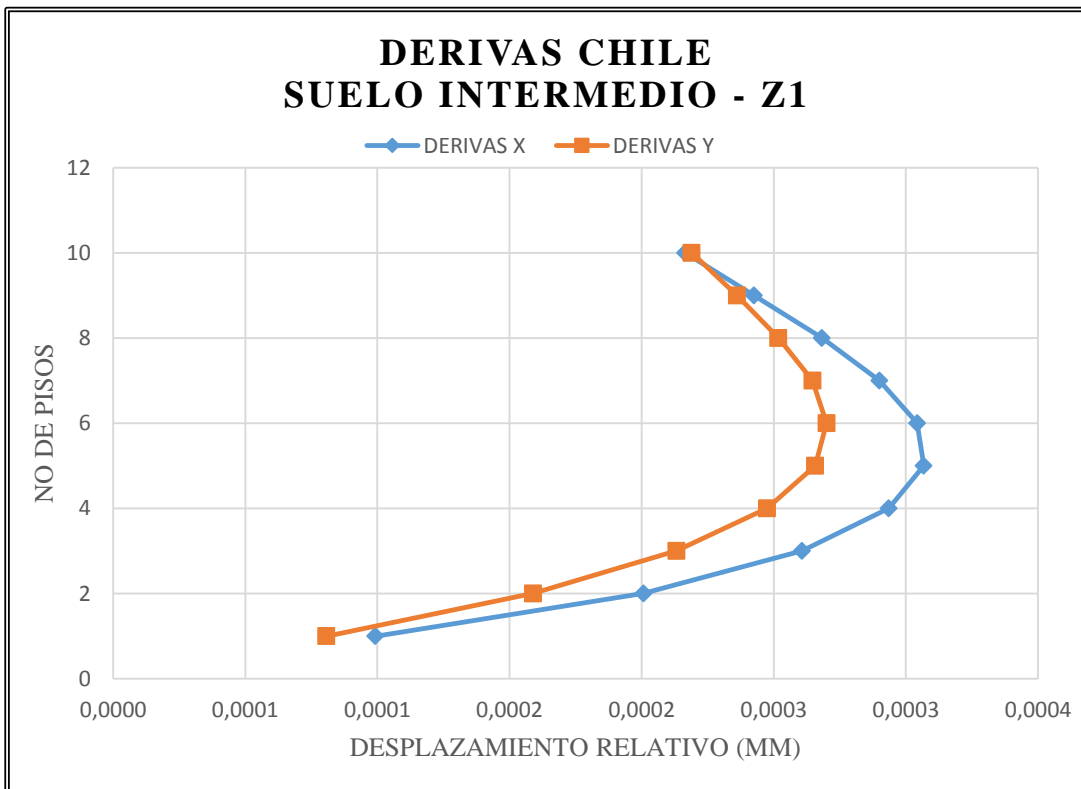
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 55: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo intermedio, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 56: Derivas en Chile – Suelo intermedio, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 129: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X

SUELO INTERMEDIO – Z2 - DIRECCIÓN X-X CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico CM (mm)	Elástico CM Relativo (mm)	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	$\Delta$ Elástico CM - $\Delta$ Elástico	0.001h	CUMPLE?
1	2800	0.416	0.416	0.000149	0.002	OK	0.478	0.478	0.062	2.8	OK
2	2800	1.26	0.844	0.000301	0.002	OK	1.411	0.933	0.089	2.8	OK
3	2800	2.354	1.094	0.000391	0.002	OK	2.647	1.235	0.141	2.8	OK
4	2800	3.587	1.233	0.000440	0.002	OK	4.075	1.428	0.195	2.8	OK
5	2800	4.874	1.287	0.000460	0.002	OK	5.604	1.530	0.243	2.8	OK
6	2800	6.151	1.277	0.000456	0.002	OK	7.161	1.556	0.279	2.8	OK
7	2800	7.369	1.218	0.000435	0.002	OK	8.686	1.525	0.307	2.8	OK
8	2800	8.495	1.126	0.000402	0.002	OK	10.137	1.451	0.325	2.8	OK
9	2800	9.512	1.017	0.000363	0.002	OK	11.492	1.356	0.339	2.8	OK
10	2800	10.422	0.910	0.000325	0.002	OK	12.741	1.248	0.338	2.8	OK

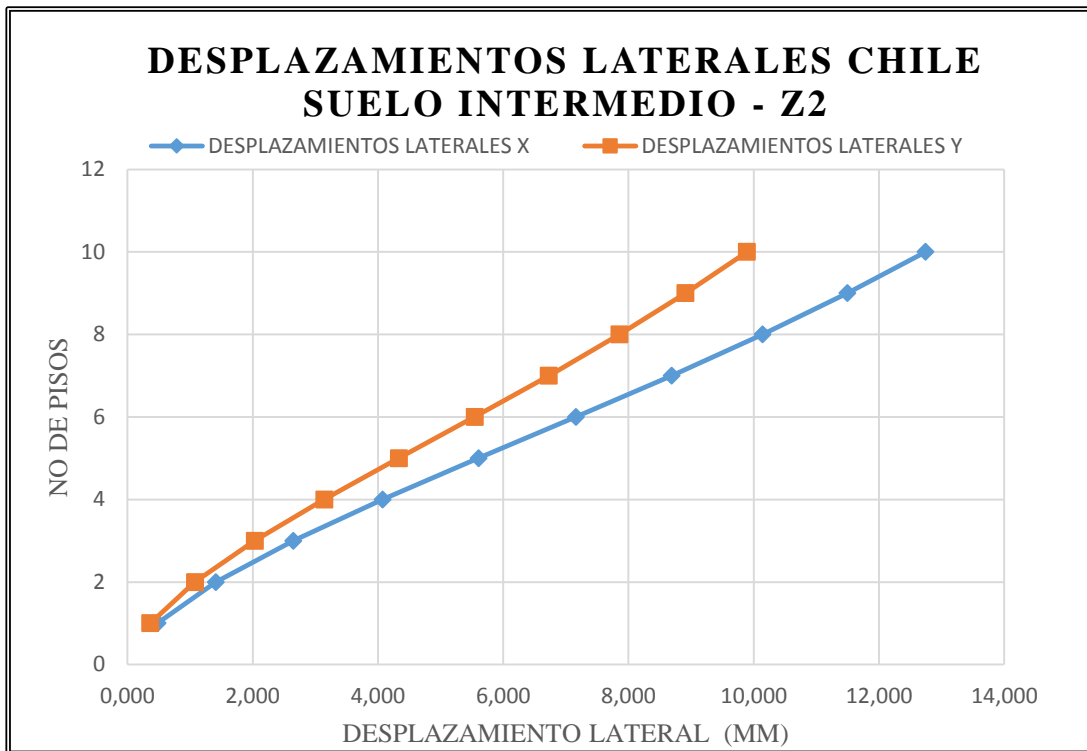
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 130: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y

SUELO INTERMEDIO – Z2 - DIRECCIÓN Y-Y CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$	$\Delta$ Elástico	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$	$\Delta$ Elástico	$\Delta$	0.001h	CUMPLE?
		Elástico	CM				Elástico	Elástico	Elástico		
		CM (mm)	Relativo (mm)				Elástico (mm)	Relativo (mm)	CM - $\Delta$ Elástico		
1	2800	0.339	0.339	0.000121	0.002	OK	0.362	0.362	0.023	2.8	OK
2	2800	1.006	0.667	0.000238	0.002	OK	1.075	0.713	0.046	2.8	OK
3	2800	1.901	0.895	0.000320	0.002	OK	2.031	0.956	0.061	2.8	OK
4	2800	2.94	1.039	0.000371	0.002	OK	3.141	1.110	0.071	2.8	OK
5	2800	4.055	1.115	0.000398	0.002	OK	4.331	1.190	0.075	2.8	OK
6	2800	5.189	1.134	0.000405	0.002	OK	5.542	1.211	0.077	2.8	OK
7	2800	6.3	1.111	0.000397	0.002	OK	6.727	1.185	0.074	2.8	OK
8	2800	7.358	1.058	0.000378	0.002	OK	7.854	1.128	0.070	2.8	OK
9	2800	8.348	0.990	0.000354	0.002	OK	8.910	1.055	0.065	2.8	OK
10	2800	9.268	0.920	0.000329	0.002	OK	9.889	0.979	0.059	2.8	OK

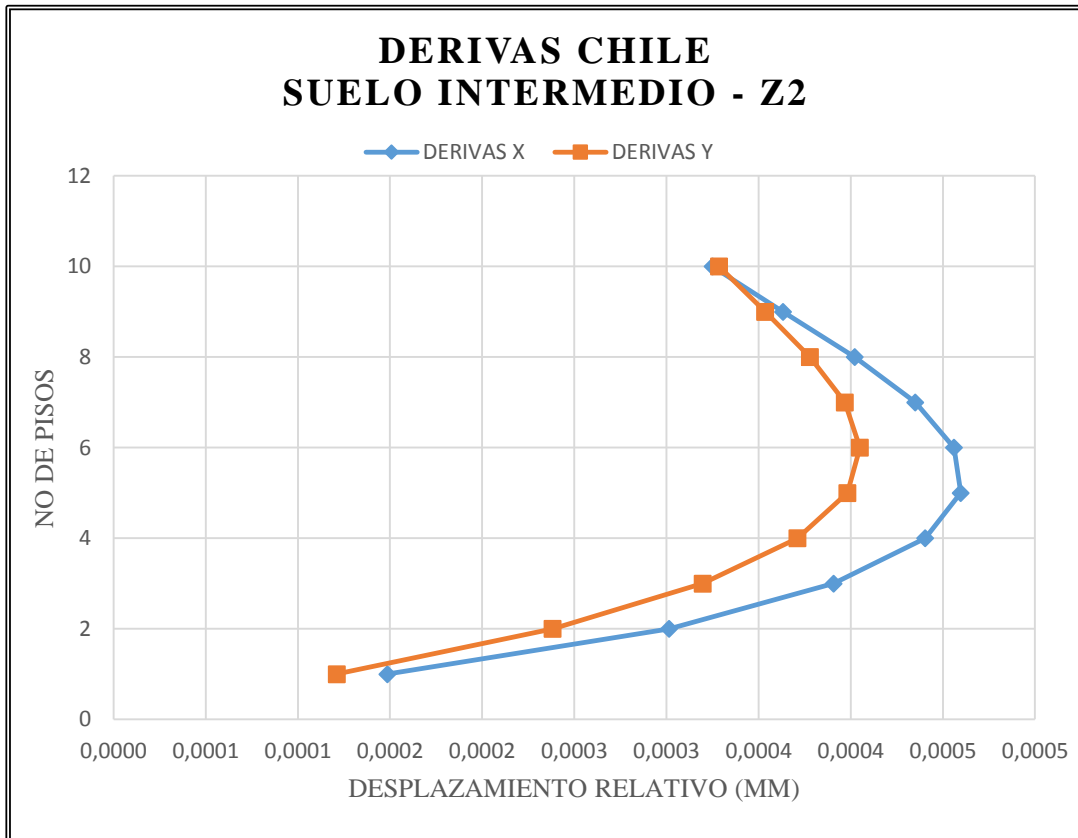
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 57: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo intermedio, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 58: Derivas en Chile – Suelo intermedio, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 131: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X

SUELO INTERMEDIO – Z3 - DIRECCIÓN X-X CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico CM (mm)	Elástico CM Relativo (mm)	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	$\Delta$ Elástico CM - $\Delta$ Elástico	0.001h	CUMPLE?
1	2800	0.555	0.555	0.000198	0.002	OK	0.637	0.637	0.082	2.8	OK
2	2800	1.68	1.125	0.000402	0.002	OK	1.881	1.244	0.119	2.8	OK
3	2800	3.139	1.459	0.000521	0.002	OK	3.529	1.647	0.188	2.8	OK
4	2800	4.783	1.644	0.000587	0.002	OK	5.433	1.904	0.260	2.8	OK
5	2800	6.499	1.716	0.000613	0.002	OK	7.473	2.040	0.324	2.8	OK
6	2800	8.202	1.703	0.000608	0.002	OK	9.548	2.075	0.372	2.8	OK
7	2800	9.826	1.624	0.000580	0.002	OK	11.581	2.033	0.409	2.8	OK
8	2800	11.327	1.501	0.000536	0.002	OK	13.516	1.935	0.434	2.8	OK
9	2800	12.684	1.357	0.000485	0.002	OK	15.324	1.808	0.451	2.8	OK
10	2800	13.897	1.213	0.000433	0.002	OK	16.988	1.664	0.451	2.8	OK

Fuente: Elaboración Propia

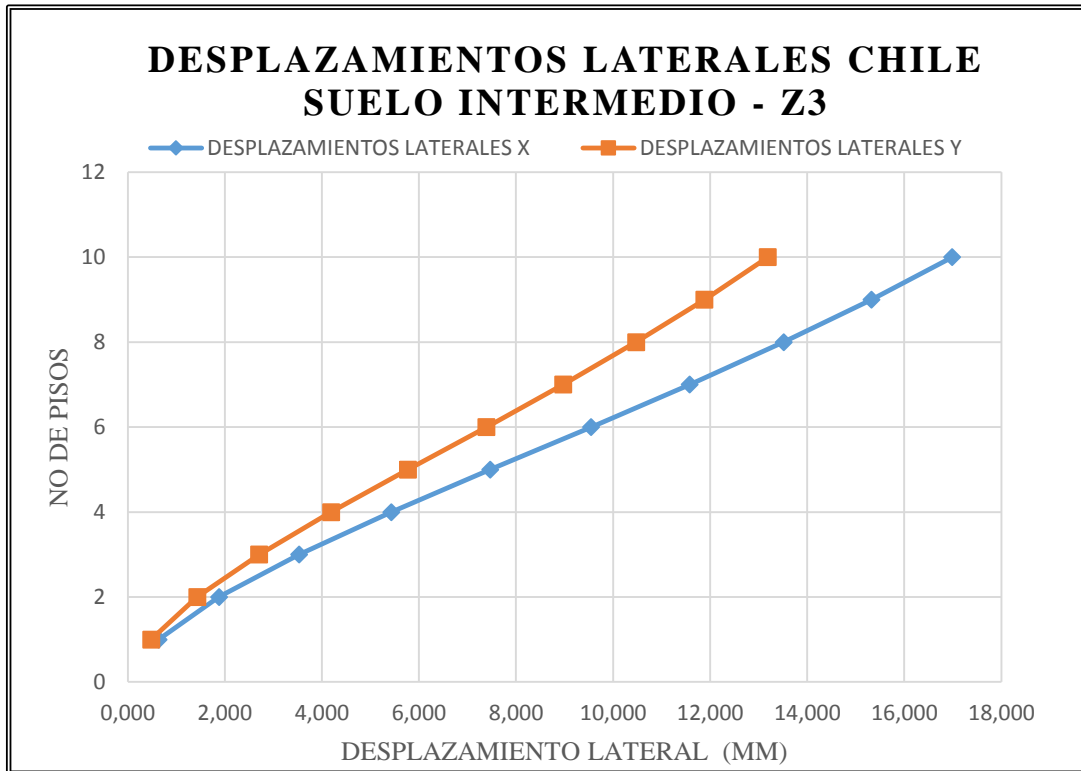


Tabla 132: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y

SUELO INTERMEDIO – Z3 - DIRECCIÓN Y-Y CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$	$\Delta$ Elástico	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$	$\Delta$ Elástico	$\Delta$	0.001h	CUMPLE?
		Elástico	CM				Elástico	Elástico	Elástico		
		CM	Relativo				Elástico	Relativo	CM - $\Delta$		
		(mm)	(mm)				(mm)	(mm)	Elástico		
1	2800	0.452	0.452	0.000161	0.002	OK	0.482	0.482	0.030	2.8	OK
2	2800	1.342	0.890	0.000318	0.002	OK	1.434	0.952	0.062	2.8	OK
3	2800	2.536	1.194	0.000426	0.002	OK	2.709	1.275	0.081	2.8	OK
4	2800	3.922	1.386	0.000495	0.002	OK	4.190	1.481	0.095	2.8	OK
5	2800	5.409	1.487	0.000531	0.002	OK	5.777	1.588	0.101	2.8	OK
6	2800	6.922	1.513	0.000540	0.002	OK	7.392	1.615	0.102	2.8	OK
7	2800	8.403	1.481	0.000529	0.002	OK	8.973	1.581	0.100	2.8	OK
8	2800	9.814	1.411	0.000504	0.002	OK	10.477	1.504	0.093	2.8	OK
9	2800	11.135	1.321	0.000472	0.002	OK	11.885	1.408	0.087	2.8	OK
10	2800	12.362	1.227	0.000438	0.002	OK	13.191	1.306	0.079	2.8	OK

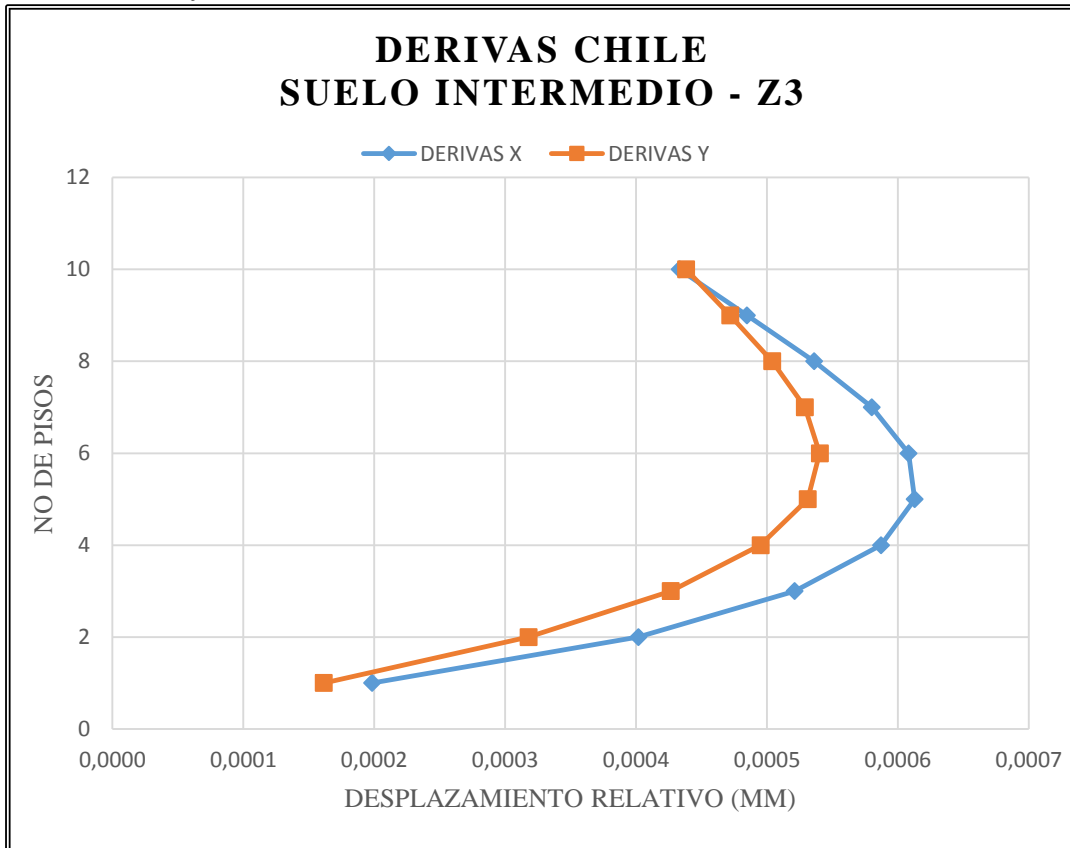
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 59: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo intermedio, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 60: Derivas en Chile – Suelo intermedio, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

*Tabla 133: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección X-X*

<b>SUELO BLANDO - Z1 - DIRECCIÓN X-X CHILE</b>											
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	$\Delta$ <b>Elástico CM (mm)</b>	$\Delta$ <b>Elástico CM Relativo (mm)</b>	$\Delta/h$	<b>0.002 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>	$\Delta$ <b>Elástico (mm)</b>	$\Delta$ <b>Elástico Relativo (mm)</b>	$\Delta$ <b>Elástico CM - <math>\Delta</math> Elástico</b>	<b>0.001h</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.532	0.532	0.000190	0.002	OK	0.615	0.615	0.083	2.8	OK
2	2800	1.61	1.078	0.000385	0.002	OK	1.817	1.202	0.124	2.8	OK
3	2800	3.011	1.401	0.000500	0.002	OK	3.408	1.592	0.191	2.8	OK
4	2800	4.59	1.579	0.000564	0.002	OK	5.249	1.841	0.262	2.8	OK
5	2800	6.241	1.651	0.000590	0.002	OK	7.221	1.972	0.321	2.8	OK
6	2800	7.878	1.637	0.000585	0.002	OK	9.228	2.007	0.370	2.8	OK
7	2800	9.44	1.562	0.000558	0.002	OK	11.194	1.966	0.404	2.8	OK
8	2800	10.882	1.442	0.000515	0.002	OK	13.064	1.870	0.428	2.8	OK
9	2800	12.186	1.304	0.000466	0.002	OK	14.811	1.747	0.443	2.8	OK
10	2800	13.352	1.166	0.000416	0.002	OK	16.419	1.608	0.442	2.8	OK

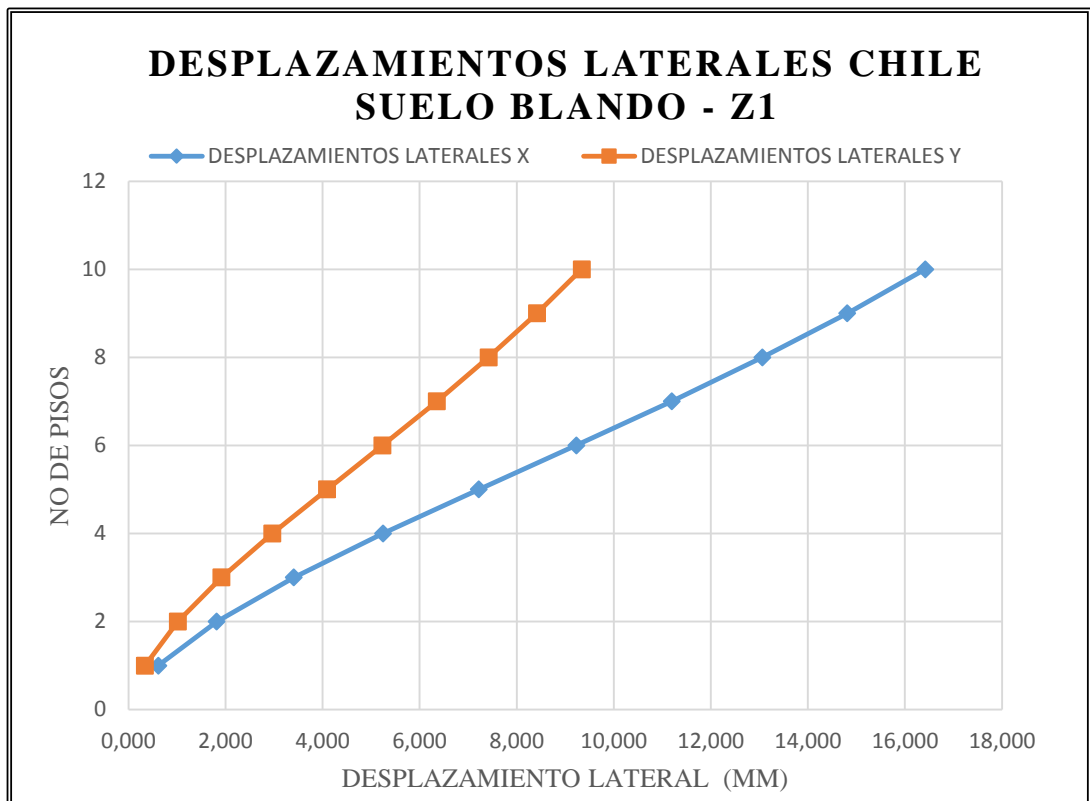
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 134: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO - Z1 - DIRECCIÓN Y-Y CHILE</b>											
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	$\Delta$ <b>Elástico CM (mm)</b>	<b>Elástico CM Relativo (mm)</b>	$\Delta/h$	<b>0.002 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>	$\Delta$ <b>Elástico (mm)</b>	$\Delta$ <b>Elástico CM - <math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b>0.001h</b>	<b>CUMPLE?</b>	
1	2800	0.318	0.318	0.000114	0.002	OK	0.341	0.341	0.023	2.8	OK
2	2800	0.945	0.627	0.000224	0.002	OK	1.015	0.674	0.047	2.8	OK
3	2800	1.787	0.842	0.000301	0.002	OK	1.918	0.903	0.061	2.8	OK
4	2800	2.764	0.977	0.000349	0.002	OK	2.967	1.049	0.072	2.8	OK
5	2800	3.813	1.049	0.000375	0.002	OK	4.092	1.125	0.076	2.8	OK
6	2800	4.88	1.067	0.000381	0.002	OK	5.236	1.144	0.077	2.8	OK
7	2800	5.925	1.045	0.000373	0.002	OK	6.356	1.120	0.075	2.8	OK
8	2800	6.92	0.995	0.000355	0.002	OK	7.421	1.065	0.070	2.8	OK
9	2800	7.851	0.931	0.000333	0.002	OK	8.417	0.996	0.065	2.8	OK
10	2800	8.716	0.865	0.000309	0.002	OK	9.341	0.924	0.059	2.8	OK

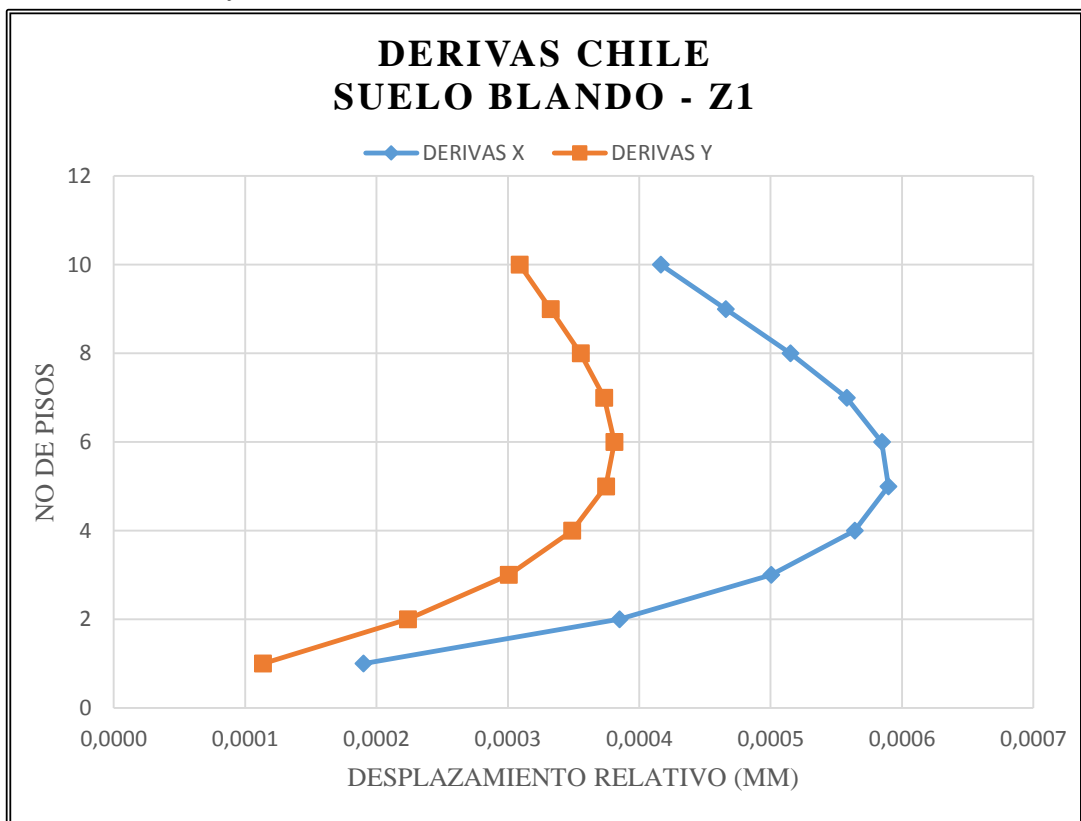
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 61: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo blando, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 62: Derivas en Chile – Suelo blando, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 135: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección X-X

SUELO BLANDO – Z2 - DIRECCIÓN X-X CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$	Elástico	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	0.001h	CUMPLE?
		Elástico CM (mm)	CM Relativo (mm)				Elástico (mm)	Elástico CM - $\Delta$ Elástico			
1	2800	0.797	0.797	0.000285	0.002	OK	0.922	0.922	0.125	2.8	OK
2	2800	2.415	1.618	0.000578	0.002	OK	2.725	1.802	0.184	2.8	OK
3	2800	4.516	2.101	0.000750	0.002	OK	5.112	2.388	0.287	2.8	OK
4	2800	6.885	2.369	0.000846	0.002	OK	7.873	2.761	0.392	2.8	OK
5	2800	9.36	2.475	0.000884	0.002	OK	10.831	2.958	0.483	2.8	OK
6	2800	11.816	2.456	0.000877	0.002	OK	13.841	3.010	0.554	2.8	OK
7	2800	14.158	2.342	0.000836	0.002	OK	16.789	2.948	0.606	2.8	OK
8	2800	16.322	2.164	0.000773	0.002	OK	19.594	2.805	0.641	2.8	OK
9	2800	18.278	1.956	0.000699	0.002	OK	22.215	2.620	0.664	2.8	OK
10	2800	20.026	1.748	0.000624	0.002	OK	24.626	2.412	0.664	2.8	OK

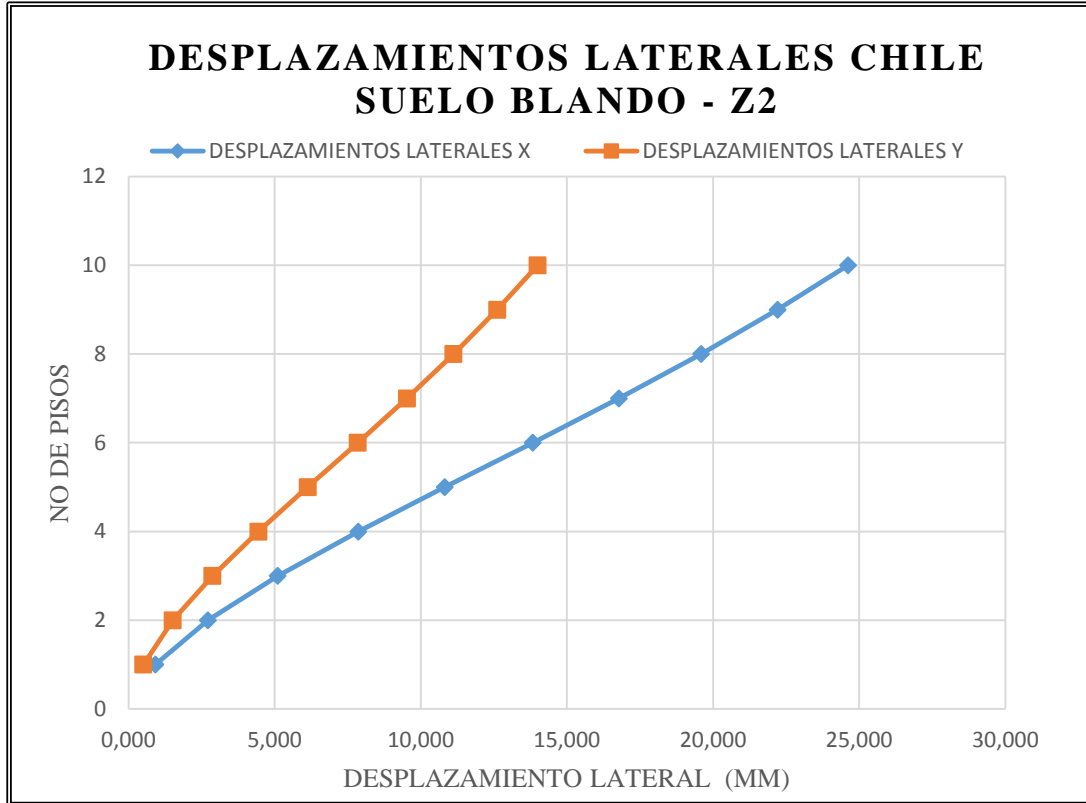
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 136: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y

SUELO BLANDO – Z2 - DIRECCIÓN Y-Y CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$	$\Delta$ Elástico	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$	$\Delta$ Elástico	$\Delta$	0.001h	CUMPLE?
		Elástico CM (mm)	CM Relativo (mm)				Elástico CM - $\Delta$ Elástico	Elástico Relativo (mm)			
1	2800	0.477	0.477	0.000170	0.002	OK	0.512	0.512	0.035	2.8	OK
2	2800	1.418	0.941	0.000336	0.002	OK	1.522	1.010	0.069	2.8	OK
3	2800	2.679	1.261	0.000450	0.002	OK	2.876	1.354	0.093	2.8	OK
4	2800	4.145	1.466	0.000524	0.002	OK	4.449	1.573	0.107	2.8	OK
5	2800	5.717	1.572	0.000561	0.002	OK	6.136	1.687	0.115	2.8	OK
6	2800	7.318	1.601	0.000572	0.002	OK	7.852	1.716	0.115	2.8	OK
7	2800	8.885	1.567	0.000560	0.002	OK	9.530	1.679	0.112	2.8	OK
8	2800	10.377	1.492	0.000533	0.002	OK	11.127	1.597	0.105	2.8	OK
9	2800	11.773	1.396	0.000499	0.002	OK	12.621	1.494	0.098	2.8	OK
10	2800	13.07	1.297	0.000463	0.002	OK	14.007	1.386	0.089	2.8	OK

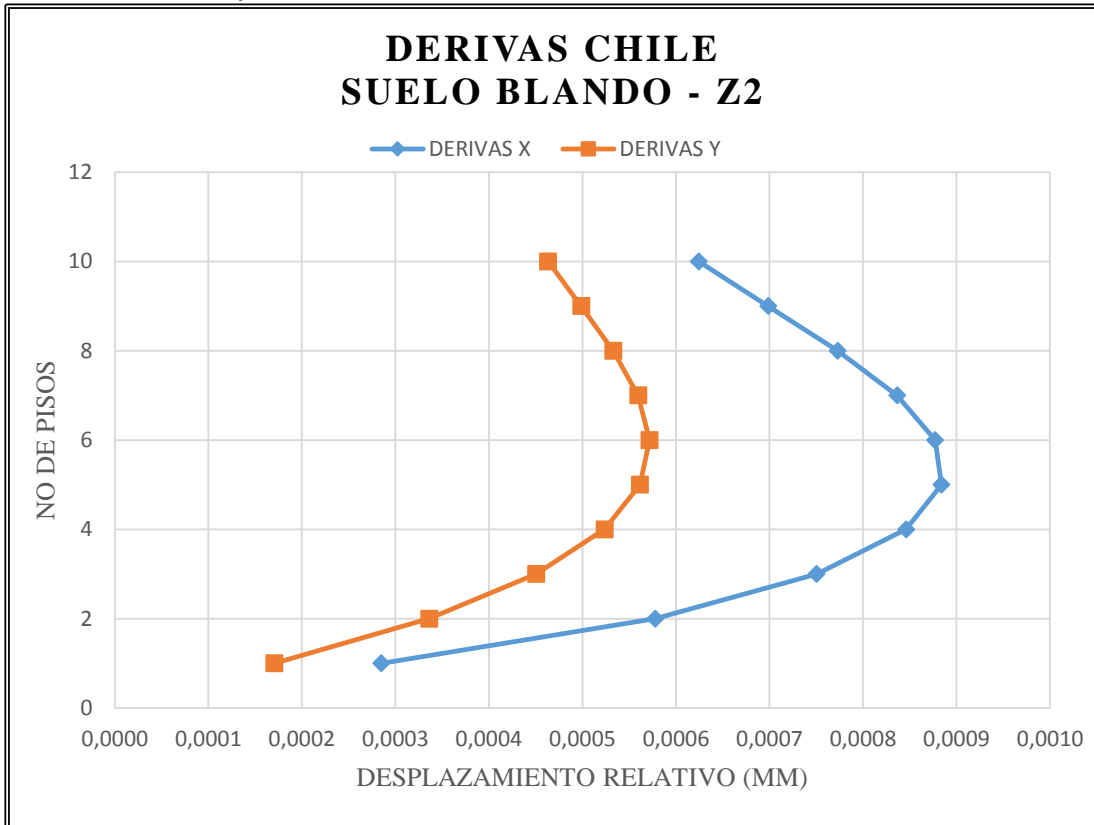
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 63: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo blando, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 64: Derivas en Chile – Suelo blando, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 137: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección X-X

SUELO BLANDO – Z3 - DIRECCIÓN X-X CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$	Elástico	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	0.001h	CUMPLE?
		Elástico CM (mm)	CM Relativo (mm)				Elástico (mm)	Elástico CM - $\Delta$ Elástico (mm)			
1	2800	1.063	1.063	0.000380	0.002	OK	1.230	1.230	0.167	2.8	OK
2	2800	3.22	2.157	0.000770	0.002	OK	3.633	2.403	0.246	2.8	OK
3	2800	6.022	2.802	0.001001	0.002	OK	6.817	3.184	0.382	2.8	OK
4	2800	9.181	3.159	0.001128	0.002	OK	10.498	3.681	0.522	2.8	OK
5	2800	12.481	3.300	0.001179	0.002	OK	14.443	3.944	0.644	2.8	OK
6	2800	15.756	3.275	0.001170	0.002	OK	18.456	4.013	0.738	2.8	OK
7	2800	18.879	3.123	0.001115	0.002	OK	22.388	3.932	0.809	2.8	OK
8	2800	21.765	2.886	0.001031	0.002	OK	26.128	3.741	0.855	2.8	OK
9	2800	24.373	2.608	0.000931	0.002	OK	29.622	3.494	0.886	2.8	OK
10	2800	26.704	2.331	0.000833	0.002	OK	32.838	3.216	0.885	2.8	OK

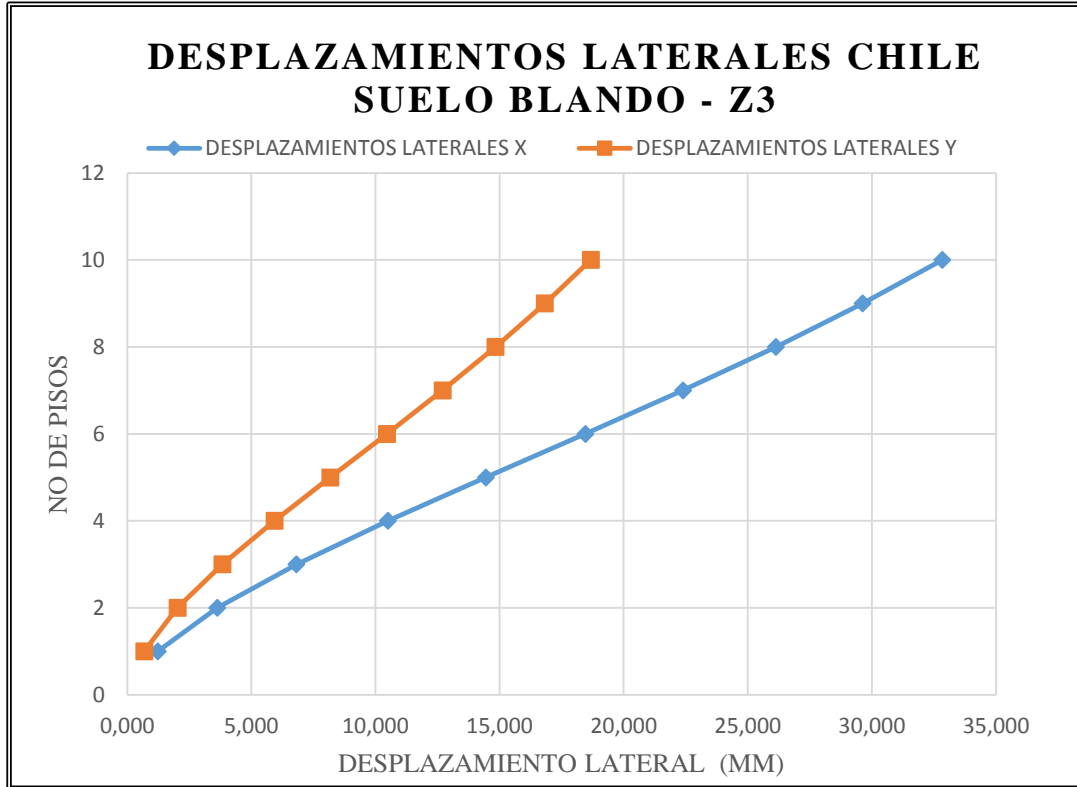
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 138: Control de desplazamientos laterales en Chile, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y

SUELO BLANDO – Z3 - DIRECCIÓN Y-Y CHILE											
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$	Elástico	$\Delta/h$	0.002 (MAX)	CUMPLE?	$\Delta$	$\Delta$ Elástico	$\Delta$	0.001h	CUMPLE?
		Elástico CM (mm)	CM Relativo (mm)				Elástico (mm)	Relativo (mm)	Elástico CM - $\Delta$ Elástico		
1	2800	0.636	0.636	0.000227	0.002	OK	0.682	0.682	0.046	2.8	OK
2	2800	1.89	1.254	0.000448	0.002	OK	2.029	1.347	0.093	2.8	OK
3	2800	3.571	1.681	0.000600	0.002	OK	3.834	1.805	0.124	2.8	OK
4	2800	5.526	1.955	0.000698	0.002	OK	5.931	2.097	0.142	2.8	OK
5	2800	7.622	2.096	0.000749	0.002	OK	8.180	2.249	0.153	2.8	OK
6	2800	9.756	2.134	0.000762	0.002	OK	10.467	2.287	0.153	2.8	OK
7	2800	11.845	2.089	0.000746	0.002	OK	12.705	2.238	0.149	2.8	OK
8	2800	13.834	1.989	0.000710	0.002	OK	14.834	2.129	0.140	2.8	OK
9	2800	15.696	1.862	0.000665	0.002	OK	16.826	1.992	0.130	2.8	OK
10	2800	17.424	1.728	0.000617	0.002	OK	18.673	1.847	0.119	2.8	OK

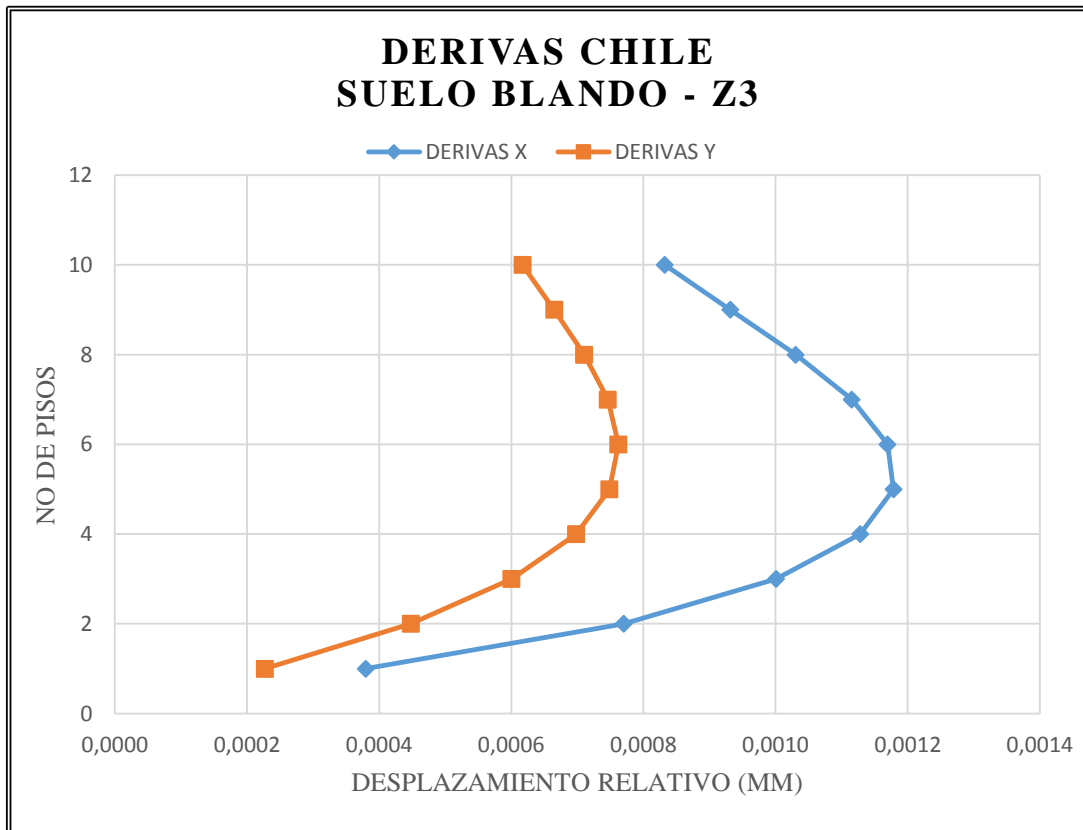
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 65: Desplazamientos laterales en Chile – Suelo blando, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 66: Derivas en Chile – Suelo blando, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.11.3 Desplazamientos laterales en Estados Unidos

Se determinan los desplazamientos laterales absolutos y relativos en cada dirección, para cada tipo de suelo y para cada zona sísmica.

**Tabla 139: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

SUELO RÍGIDO - Z1 - DIRECCIÓN X-X EEUU								
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	Cd/Ie	Cd/Ie * $\Delta$	Cd/Ie * $\Delta$ /h	0.020 (MAX)	CUMPLE?
1	2800	0.217	0.217	4.5	0.978	0.0003	0.02	OK
2	2800	0.640	0.423	4.5	1.902	0.0007	0.02	OK
3	2800	1.198	0.558	4.5	2.512	0.0009	0.02	OK
4	2800	1.842	0.644	4.5	2.899	0.0010	0.02	OK
5	2800	2.532	0.689	4.5	3.102	0.0011	0.02	OK
6	2800	3.233	0.701	4.5	3.156	0.0011	0.02	OK
7	2800	3.920	0.687	4.5	3.093	0.0011	0.02	OK
8	2800	4.575	0.655	4.5	2.946	0.0011	0.02	OK
9	2800	5.187	0.612	4.5	2.756	0.0010	0.02	OK
10	2800	5.752	0.564	4.5	2.539	0.0009	0.02	OK

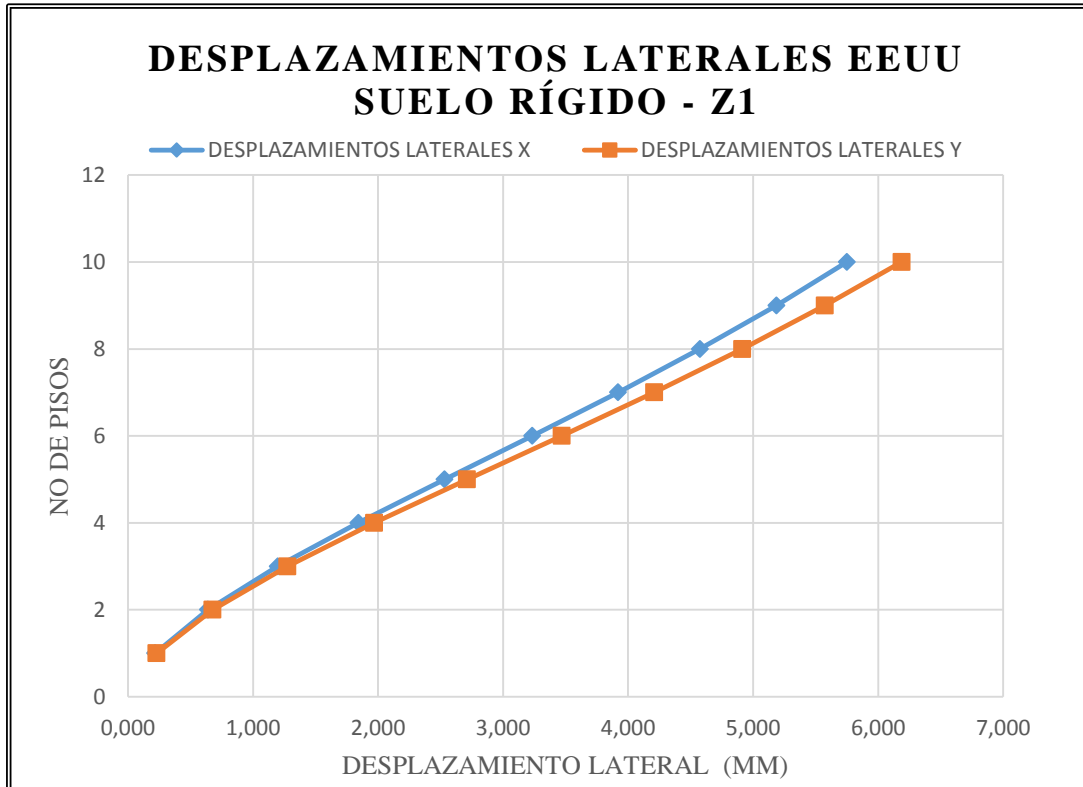
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 140: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO - Z1 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.228	0.228	4	0.913	0.0003	0.02	OK
2	2800	0.677	0.448	4	1.793	0.0006	0.02	OK
3	2800	1.275	0.599	4	2.395	0.0009	0.02	OK
4	2800	1.969	0.694	4	2.775	0.0010	0.02	OK
5	2800	2.712	0.743	4	2.973	0.0011	0.02	OK
6	2800	3.468	0.756	4	3.023	0.0011	0.02	OK
7	2800	4.208	0.740	4	2.961	0.0011	0.02	OK
8	2800	4.913	0.705	4	2.821	0.0010	0.02	OK
9	2800	5.574	0.661	4	2.644	0.0009	0.02	OK
10	2800	6.188	0.614	4	2.456	0.0009	0.02	OK

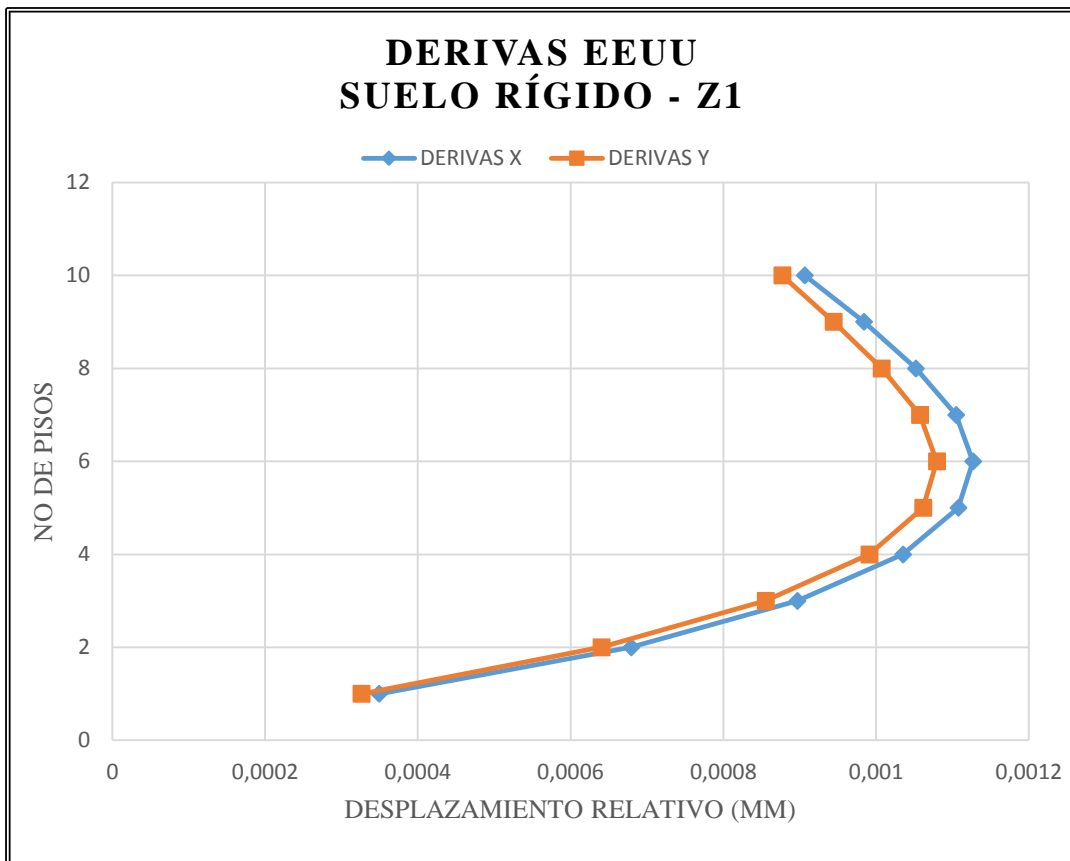
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 67: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 68: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 141: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

<b>SUELO RÍGIDO – Z2 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.434	0.434	4.5	1.954	0.0007	0.02	OK
2	2800	1.279	0.845	4.5	3.802	0.0014	0.02	OK
3	2800	2.395	1.116	4.5	5.021	0.0018	0.02	OK
4	2800	3.682	1.287	4.5	5.793	0.0021	0.02	OK
5	2800	5.060	1.378	4.5	6.200	0.0022	0.02	OK
6	2800	6.462	1.402	4.5	6.307	0.0023	0.02	OK
7	2800	7.836	1.374	4.5	6.183	0.0022	0.02	OK
8	2800	9.144	1.309	4.5	5.889	0.0021	0.02	OK
9	2800	10.368	1.224	4.5	5.508	0.0020	0.02	OK
10	2800	11.496	1.128	4.5	5.074	0.0018	0.02	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

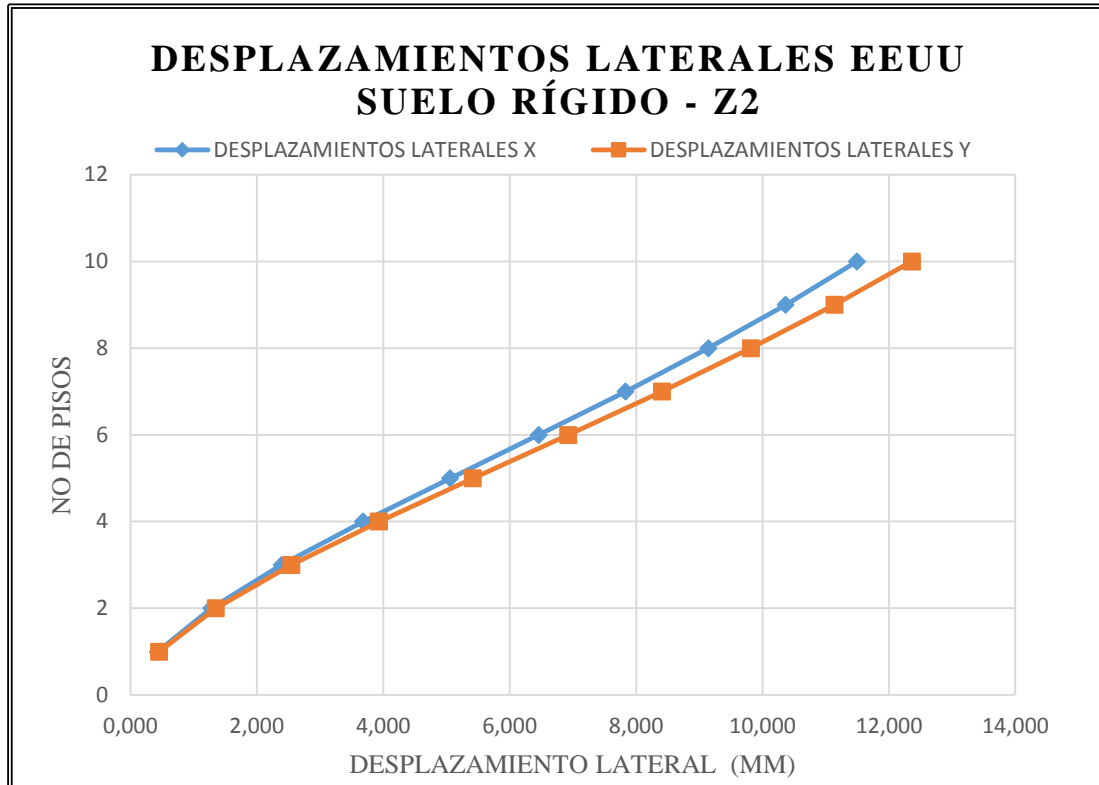
**Tabla 142: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO – Z2 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.456	0.456	4	1.825	0.0007	0.02	OK
2	2800	1.352	0.896	4	3.583	0.0013	0.02	OK
3	2800	2.548	1.197	4	4.786	0.0017	0.02	OK
4	2800	3.935	1.387	4	5.546	0.0020	0.02	OK
5	2800	5.420	1.485	4	5.941	0.0021	0.02	OK
6	2800	6.930	1.510	4	6.041	0.0022	0.02	OK
7	2800	8.409	1.479	4	5.916	0.0021	0.02	OK
8	2800	9.819	1.409	4	5.637	0.0020	0.02	OK
9	2800	11.140	1.321	4	5.285	0.0019	0.02	OK
10	2800	12.367	1.227	4	4.908	0.0018	0.02	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

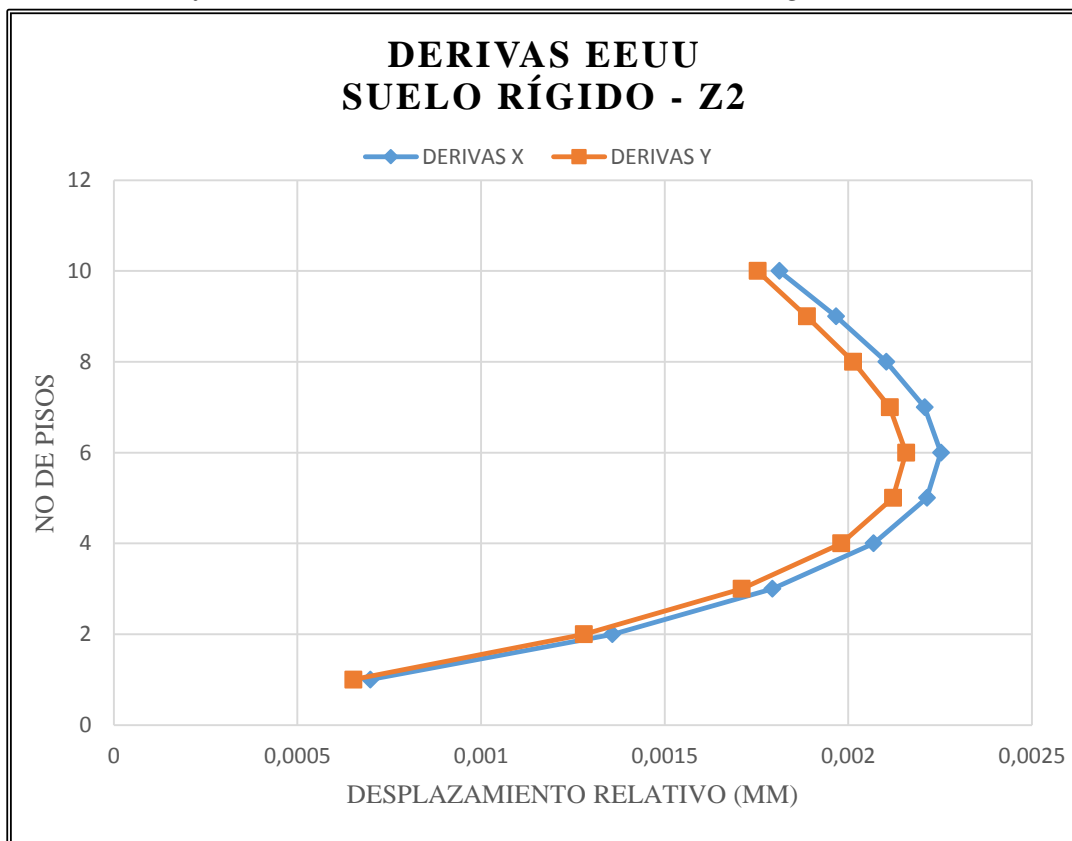


Gráfico 69: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 70: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 143: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

<b>SUELO RÍGIDO – Z3 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.652	0.652	4.5	2.934	0.0010	0.02	OK
2	2800	1.921	1.269	4.5	5.712	0.0020	0.02	OK
3	2800	3.599	1.677	4.5	7.549	0.0027	0.02	OK
4	2800	5.535	1.936	4.5	8.714	0.0031	0.02	OK
5	2800	7.608	2.073	4.5	9.328	0.0033	0.02	OK
6	2800	9.717	2.109	4.5	9.489	0.0034	0.02	OK
7	2800	11.784	2.067	4.5	9.301	0.0033	0.02	OK
8	2800	13.752	1.968	4.5	8.857	0.0032	0.02	OK
9	2800	15.592	1.840	4.5	8.281	0.0030	0.02	OK
10	2800	17.287	1.695	4.5	7.628	0.0027	0.02	OK

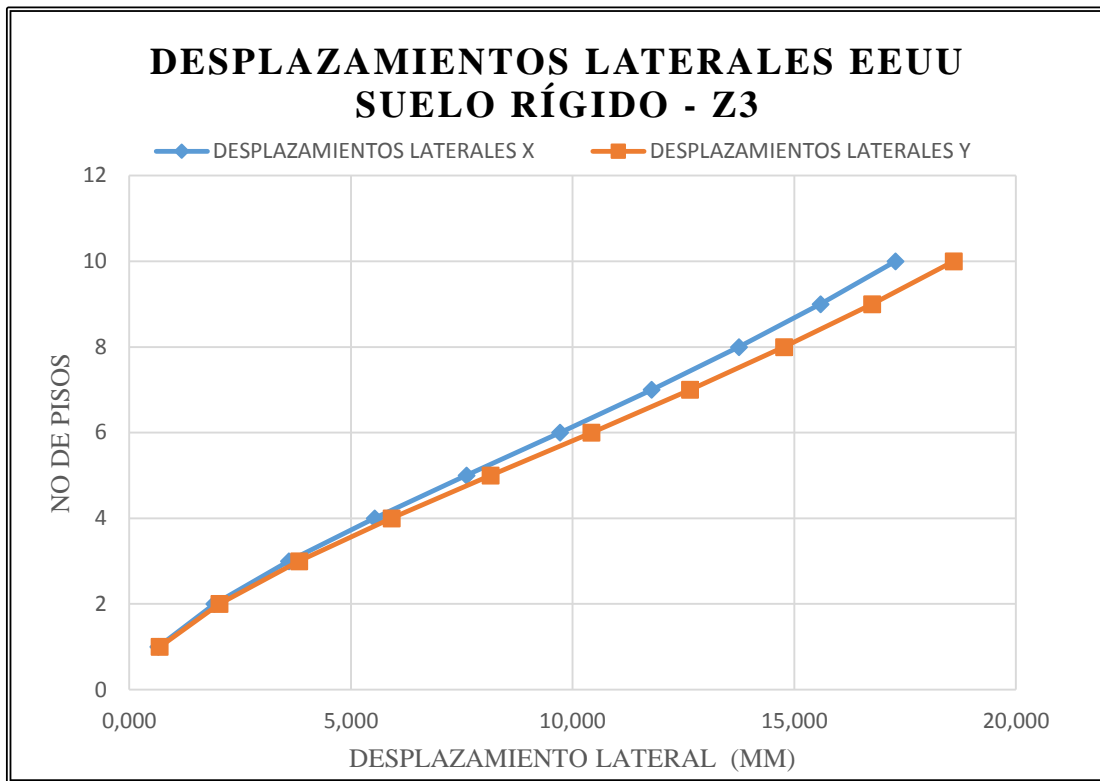
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 144: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO – Z3 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.685	0.685	4	2.740	0.0010	0.02	OK
2	2800	2.031	1.346	4	5.386	0.0019	0.02	OK
3	2800	3.831	1.800	4	7.199	0.0026	0.02	OK
4	2800	5.918	2.087	4	8.346	0.0030	0.02	OK
5	2800	8.153	2.235	4	8.942	0.0032	0.02	OK
6	2800	10.426	2.273	4	9.092	0.0032	0.02	OK
7	2800	12.652	2.226	4	8.903	0.0032	0.02	OK
8	2800	14.771	2.120	4	8.478	0.0030	0.02	OK
9	2800	16.758	1.986	4	7.945	0.0028	0.02	OK
10	2800	18.602	1.844	4	7.376	0.0026	0.02	OK

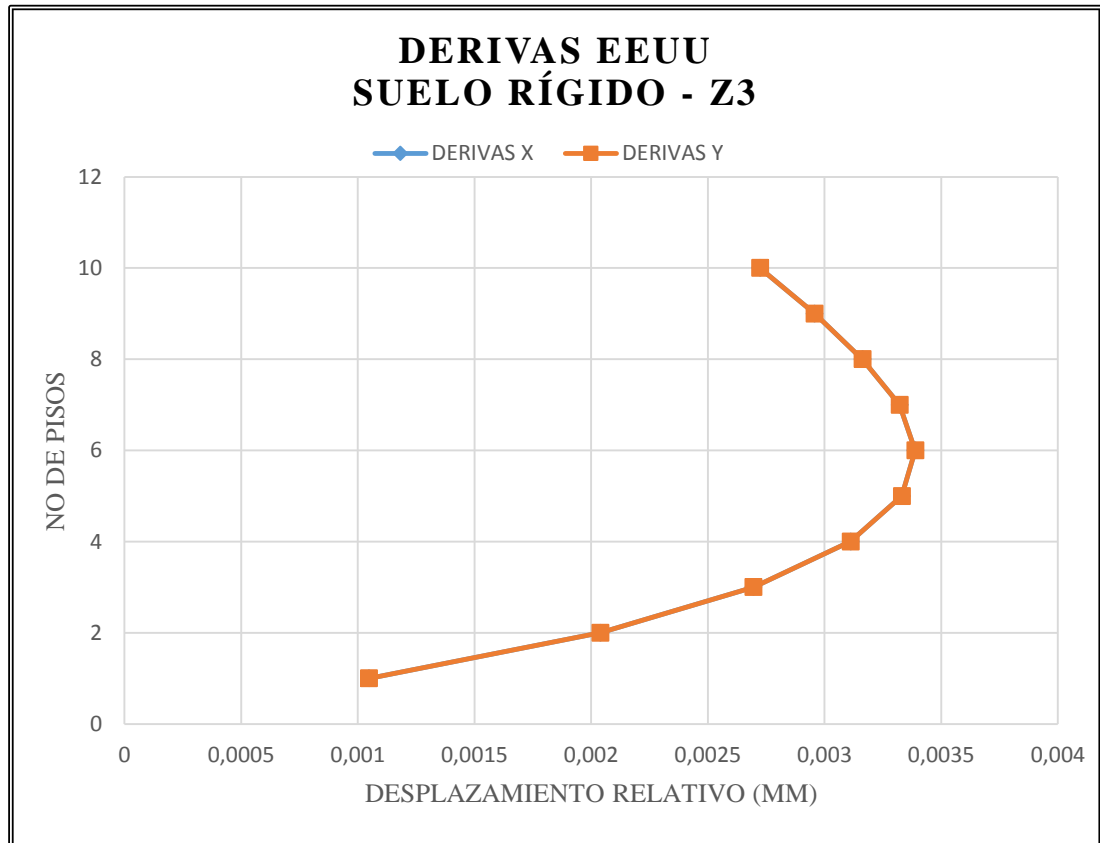
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 71: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 72: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 145: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

<b>SUELO RÍGIDO – Z4 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.869	0.869	4.5	3.912	0.0014	0.02	OK
2	2800	2.562	1.693	4.5	7.617	0.0027	0.02	OK
3	2800	4.799	2.237	4.5	10.066	0.0036	0.02	OK
4	2800	7.381	2.582	4.5	11.620	0.0042	0.02	OK
5	2800	10.145	2.764	4.5	12.438	0.0044	0.02	OK
6	2800	12.957	2.812	4.5	12.654	0.0045	0.02	OK
7	2800	15.713	2.756	4.5	12.402	0.0044	0.02	OK
8	2800	18.338	2.625	4.5	11.810	0.0042	0.02	OK
9	2800	20.792	2.454	4.5	11.043	0.0039	0.02	OK
10	2800	23.052	2.260	4.5	10.171	0.0036	0.02	OK

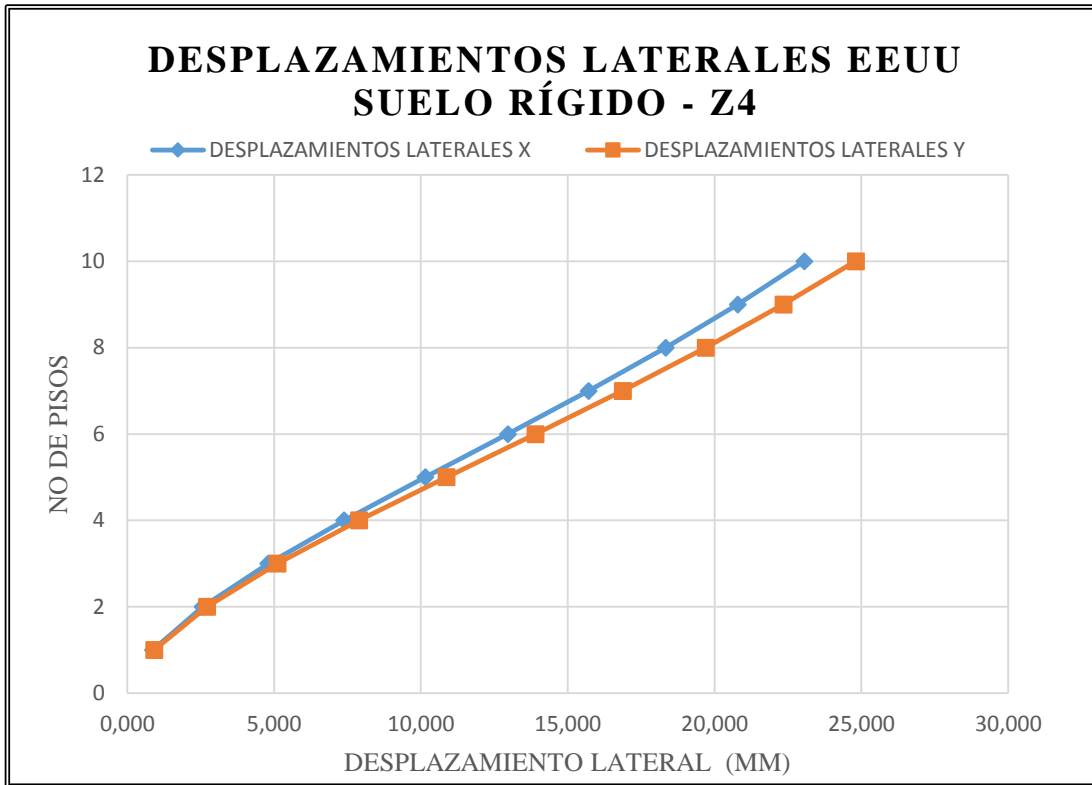
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 146: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO – Z4 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.913	0.913	4	3.654	0.0013	0.02	OK
2	2800	2.709	1.796	4	7.182	0.0026	0.02	OK
3	2800	5.109	2.400	4	9.600	0.0034	0.02	OK
4	2800	7.891	2.782	4	11.130	0.0040	0.02	OK
5	2800	10.872	2.981	4	11.924	0.0043	0.02	OK
6	2800	13.903	3.031	4	12.124	0.0043	0.02	OK
7	2800	16.871	2.968	4	11.872	0.0042	0.02	OK
8	2800	19.698	2.827	4	11.306	0.0040	0.02	OK
9	2800	22.346	2.649	4	10.594	0.0038	0.02	OK
10	2800	24.805	2.459	4	9.836	0.0035	0.02	OK

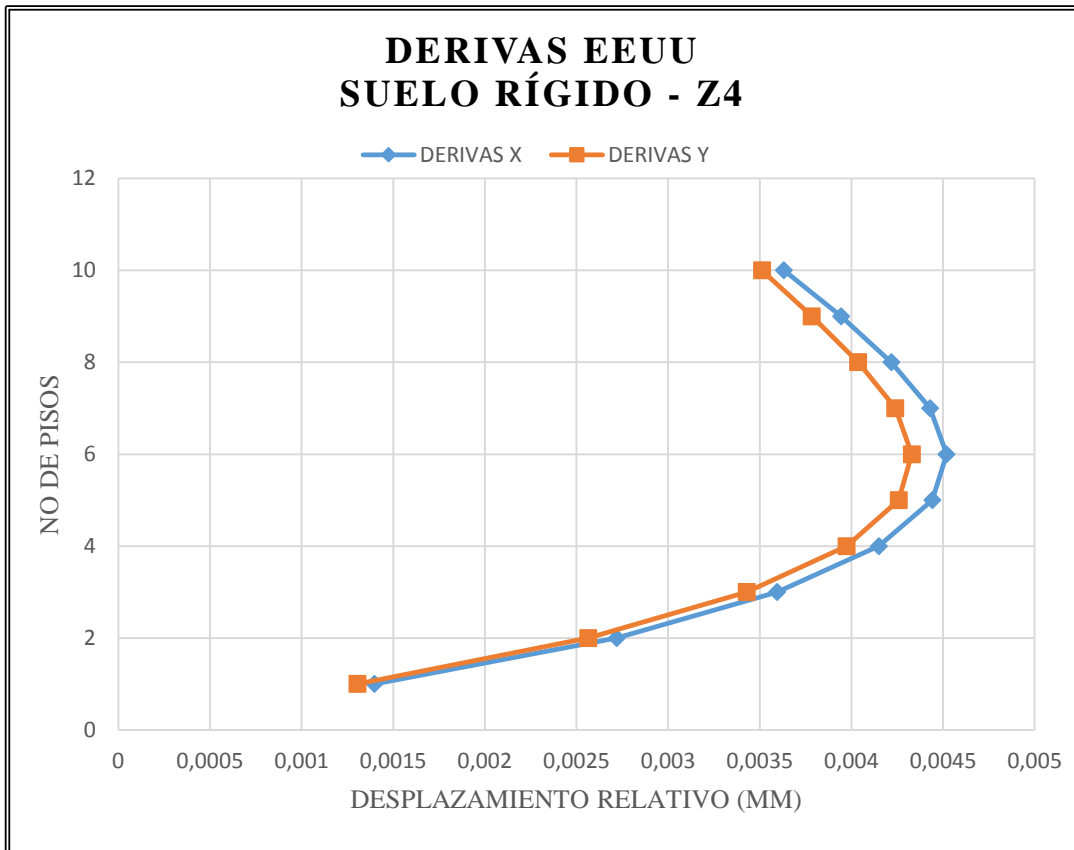
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 73: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 74: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 147: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

<b>SUELO RÍGIDO – Z5 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.087	1.087	4.5	4.891	0.0017	0.02	OK
2	2800	3.203	2.116	4.5	9.523	0.0034	0.02	OK
3	2800	6.000	2.797	4.5	12.585	0.0045	0.02	OK
4	2800	9.228	3.229	4.5	14.528	0.0052	0.02	OK
5	2800	12.684	3.456	4.5	15.551	0.0056	0.02	OK
6	2800	16.200	3.516	4.5	15.821	0.0057	0.02	OK
7	2800	19.646	3.446	4.5	15.506	0.0055	0.02	OK
8	2800	22.927	3.281	4.5	14.766	0.0053	0.02	OK
9	2800	25.995	3.068	4.5	13.807	0.0049	0.02	OK
10	2800	28.821	2.826	4.5	12.717	0.0045	0.02	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

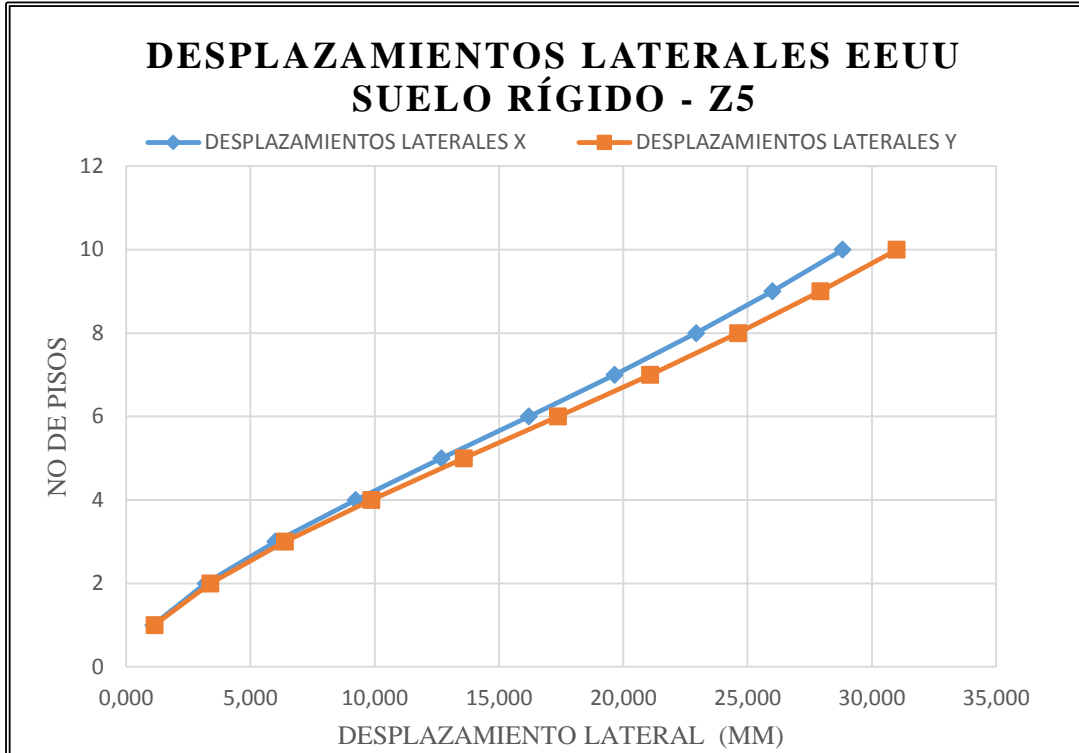


**Tabla 148: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO – Z5 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.141	1.141	4	4.566	0.0016	0.02	OK
2	2800	3.385	2.244	4	8.975	0.0032	0.02	OK
3	2800	6.385	2.999	4	11.998	0.0043	0.02	OK
4	2800	9.862	3.477	4	13.909	0.0050	0.02	OK
5	2800	13.587	3.725	4	14.901	0.0053	0.02	OK
6	2800	17.375	3.788	4	15.151	0.0054	0.02	OK
7	2800	21.084	3.709	4	14.836	0.0053	0.02	OK
8	2800	24.616	3.532	4	14.129	0.0050	0.02	OK
9	2800	27.926	3.310	4	13.240	0.0047	0.02	OK
10	2800	30.999	3.073	4	12.292	0.0044	0.02	OK

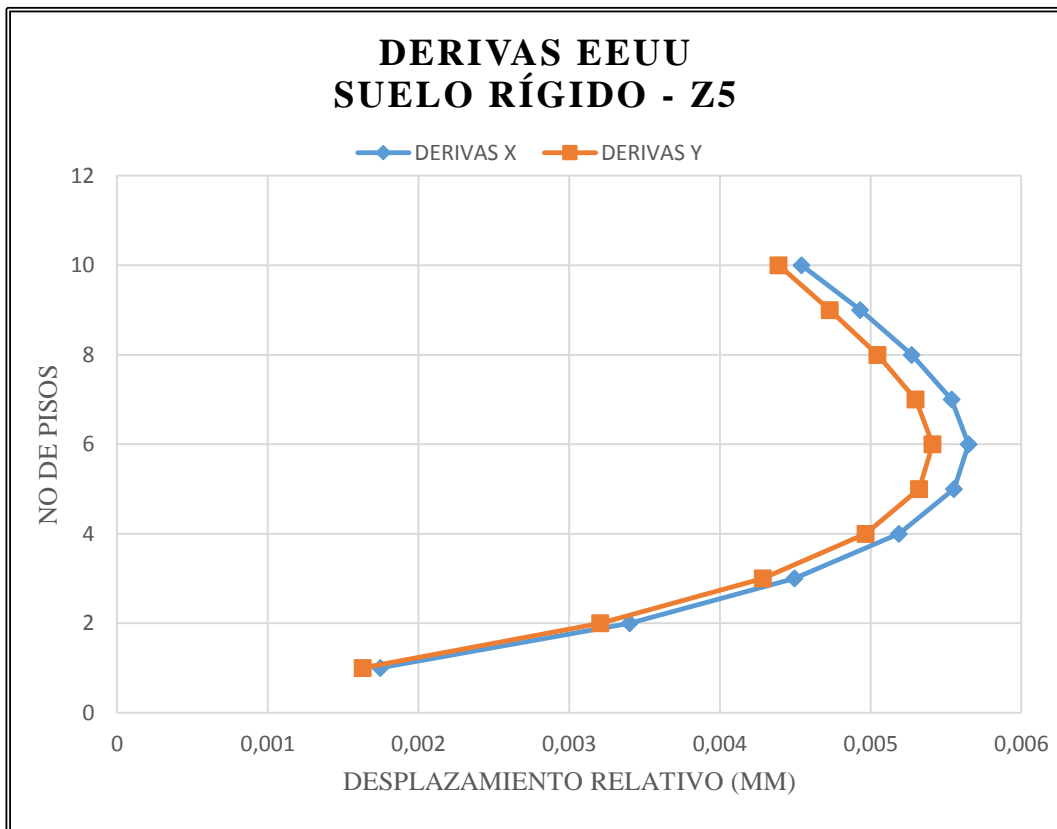
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 75: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 5



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 76: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 5



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 149: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

<b>SUELO RÍGIDO – Z6 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b>Δ Elástico (mm)</b>	<b>ΔElástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * Δ</b>	<b>Cd/Ie * Δ /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.217	1.217	4.5	5.475	0.0020	0.02	OK
2	2800	3.584	2.367	4.5	10.651	0.0038	0.02	OK
3	2800	6.710	3.126	4.5	14.069	0.0050	0.02	OK
4	2800	10.318	3.608	4.5	16.235	0.0058	0.02	OK
5	2800	14.179	3.861	4.5	17.375	0.0062	0.02	OK
6	2800	18.107	3.928	4.5	17.676	0.0063	0.02	OK
7	2800	21.957	3.850	4.5	17.326	0.0062	0.02	OK
8	2800	25.625	3.667	4.5	16.503	0.0059	0.02	OK
9	2800	29.054	3.430	4.5	15.434	0.0055	0.02	OK
10	2800	32.214	3.160	4.5	14.219	0.0051	0.02	OK

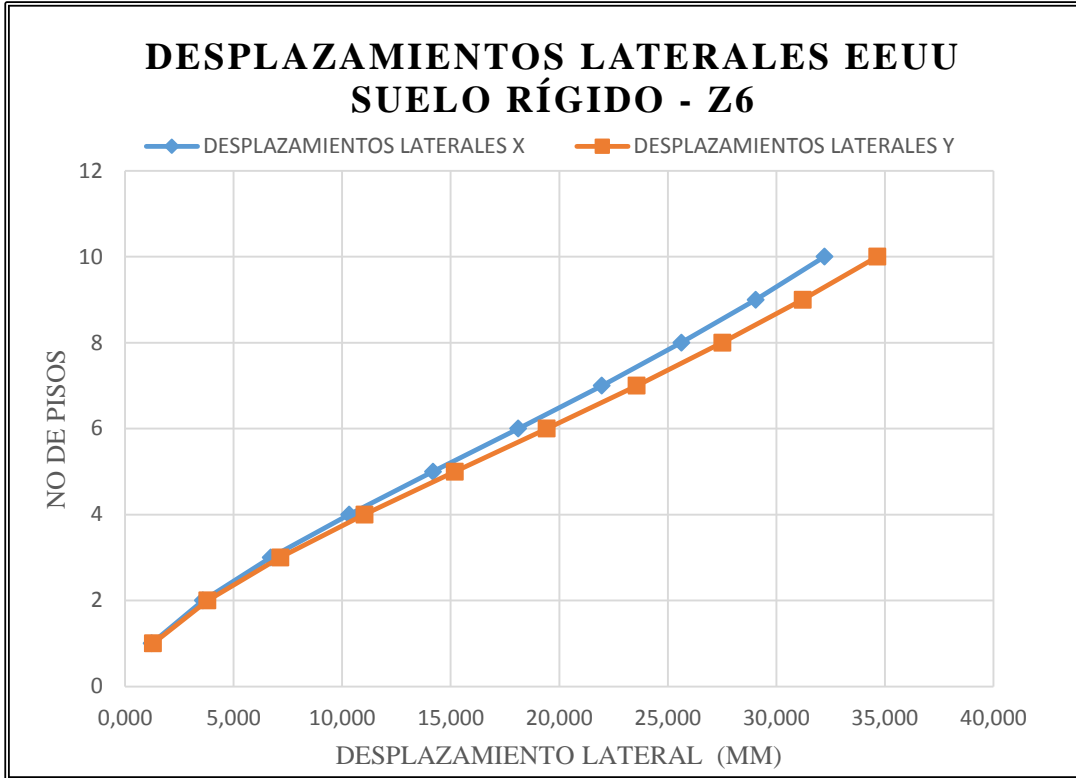
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 150: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO – Z6 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.278	1.278	4	5.112	0.0018	0.02	OK
2	2800	3.787	2.509	4	10.037	0.0036	0.02	OK
3	2800	7.140	3.352	4	13.410	0.0048	0.02	OK
4	2800	11.025	3.885	4	15.541	0.0056	0.02	OK
5	2800	15.186	4.162	4	16.646	0.0059	0.02	OK
6	2800	19.418	4.232	4	16.926	0.0060	0.02	OK
7	2800	23.562	4.144	4	16.578	0.0059	0.02	OK
8	2800	27.511	3.948	4	15.793	0.0056	0.02	OK
9	2800	31.212	3.701	4	14.805	0.0053	0.02	OK
10	2800	34.650	3.437	4	13.750	0.0049	0.02	OK

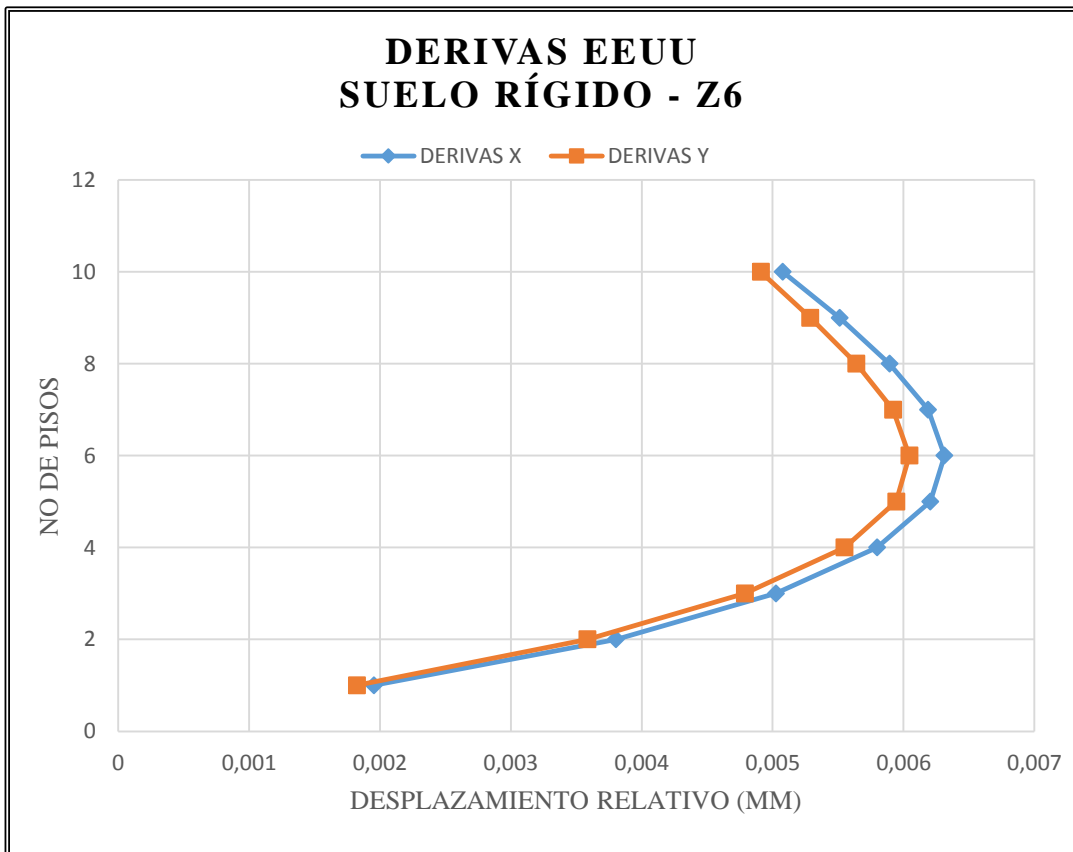
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 77: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 6



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 78: Derivas en Estados Unidos – Suelo rígido, zona 6



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 151: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X**

<b>SUELO INTERMEDIO - Z1 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.307	0.307	4.5	1.383	0.0005	0.02	OK
2	2800	0.906	0.599	4.5	2.694	0.0010	0.02	OK
3	2800	1.697	0.792	4.5	3.562	0.0013	0.02	OK
4	2800	2.611	0.914	4.5	4.113	0.0015	0.02	OK
5	2800	3.590	0.978	4.5	4.403	0.0016	0.02	OK
6	2800	4.585	0.995	4.5	4.480	0.0016	0.02	OK
7	2800	5.561	0.976	4.5	4.390	0.0016	0.02	OK
8	2800	6.490	0.929	4.5	4.180	0.0015	0.02	OK
9	2800	7.358	0.868	4.5	3.907	0.0014	0.02	OK
10	2800	8.158	0.800	4.5	3.599	0.0013	0.02	OK

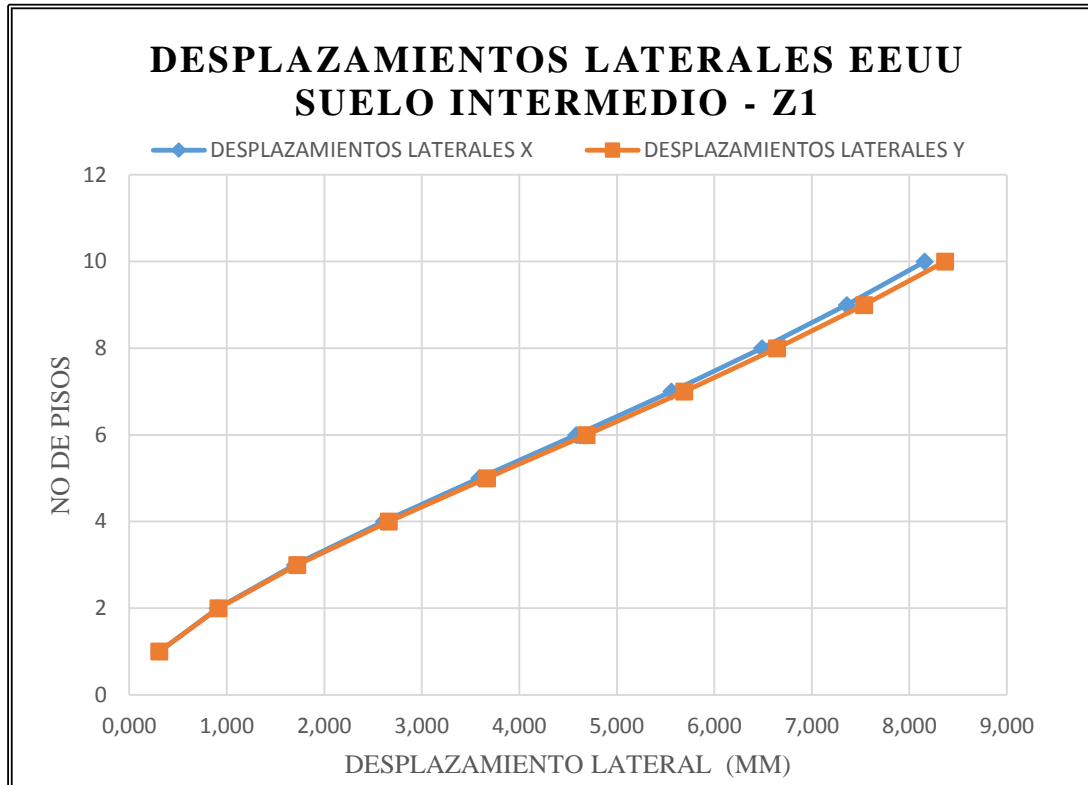
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 152: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO - Z1 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.308	0.308	4	1.232	0.0004	0.02	OK
2	2800	0.914	0.606	4	2.423	0.0009	0.02	OK
3	2800	1.723	0.810	4	3.239	0.0012	0.02	OK
4	2800	2.662	0.939	4	3.755	0.0013	0.02	OK
5	2800	3.668	1.006	4	4.022	0.0014	0.02	OK
6	2800	4.690	1.022	4	4.090	0.0015	0.02	OK
7	2800	5.691	1.001	4	4.004	0.0014	0.02	OK
8	2800	6.644	0.953	4	3.813	0.0014	0.02	OK
9	2800	7.537	0.893	4	3.572	0.0013	0.02	OK
10	2800	8.366	0.829	4	3.316	0.0012	0.02	OK

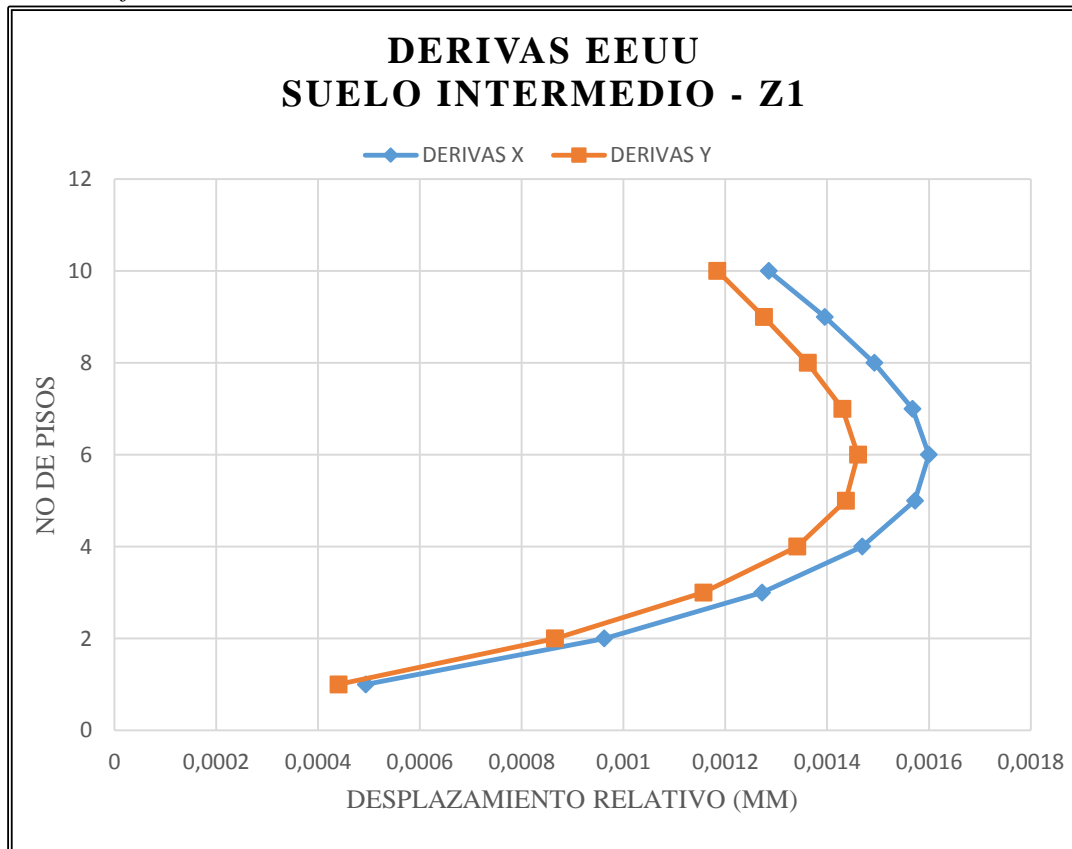
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 79: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 80: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 153: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z2 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.538	0.538	4.5	2.420	0.0009	0.02	OK
2	2800	1.585	1.048	4.5	4.714	0.0017	0.02	OK
3	2800	2.971	1.385	4.5	6.233	0.0022	0.02	OK
4	2800	4.570	1.599	4.5	7.198	0.0026	0.02	OK
5	2800	6.282	1.712	4.5	7.705	0.0028	0.02	OK
6	2800	8.024	1.742	4.5	7.839	0.0028	0.02	OK
7	2800	9.732	1.707	4.5	7.682	0.0027	0.02	OK
8	2800	11.357	1.625	4.5	7.315	0.0026	0.02	OK
9	2800	12.877	1.520	4.5	6.838	0.0024	0.02	OK
10	2800	14.276	1.399	4.5	6.297	0.0022	0.02	OK

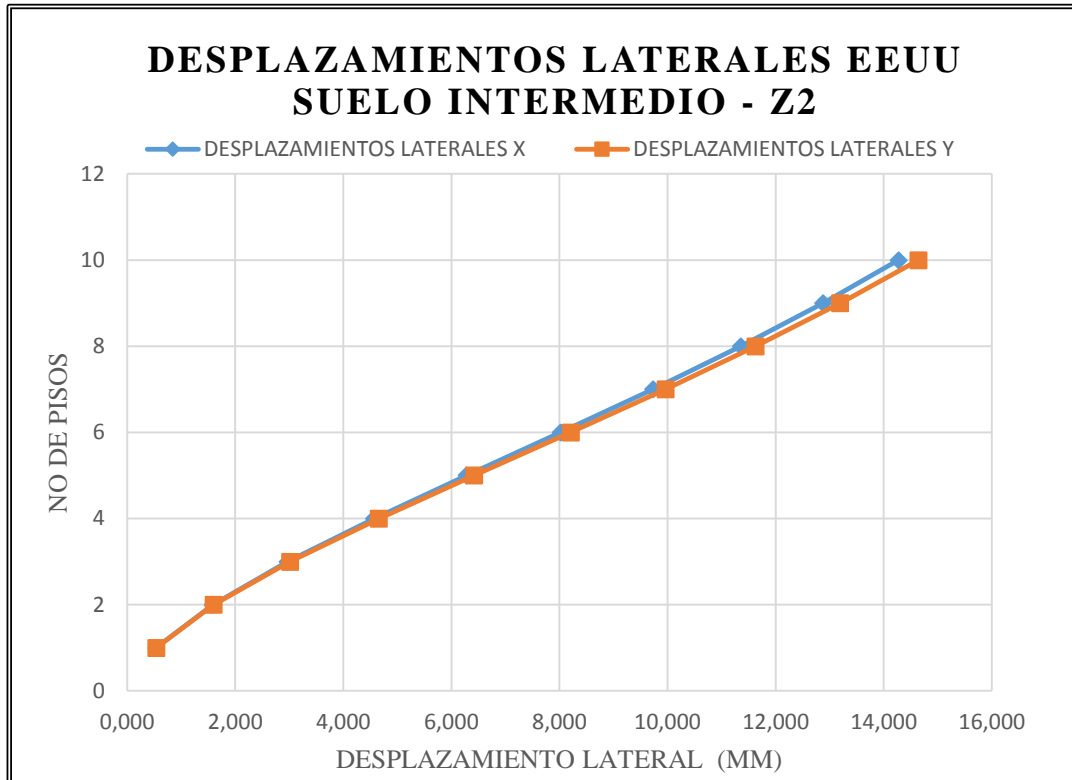
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 154: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z2 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.539	0.539	4	2.156	0.0008	0.02	OK
2	2800	1.599	1.060	4	4.241	0.0015	0.02	OK
3	2800	3.017	1.417	4	5.670	0.0020	0.02	OK
4	2800	4.660	1.643	4	6.573	0.0023	0.02	OK
5	2800	6.420	1.760	4	7.042	0.0025	0.02	OK
6	2800	8.210	1.790	4	7.160	0.0026	0.02	OK
7	2800	9.963	1.752	4	7.010	0.0025	0.02	OK
8	2800	11.631	1.669	4	6.675	0.0024	0.02	OK
9	2800	13.195	1.563	4	6.253	0.0022	0.02	OK
10	2800	14.646	1.451	4	5.805	0.0021	0.02	OK

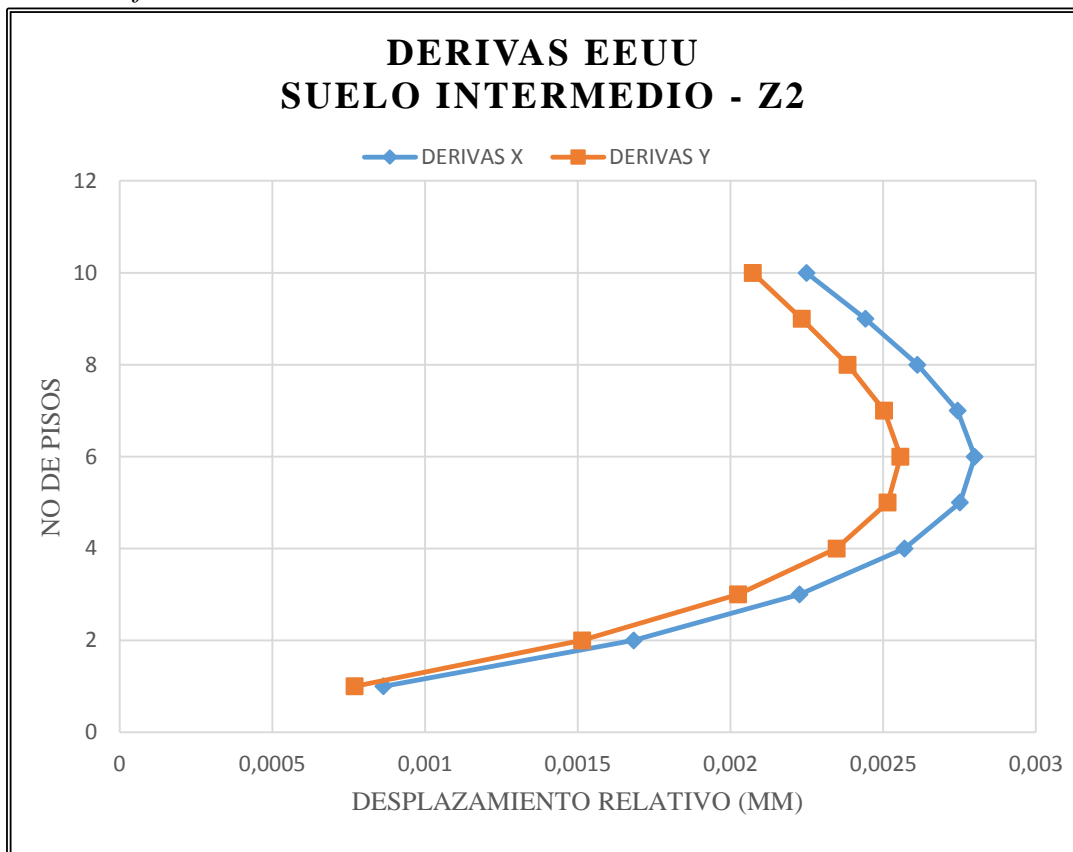
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 81: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 82: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 155: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z3 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.691	0.691	4.5	3.111	0.0011	0.02	OK
2	2800	2.038	1.347	4.5	6.061	0.0022	0.02	OK
3	2800	3.819	1.781	4.5	8.014	0.0029	0.02	OK
4	2800	5.876	2.056	4.5	9.254	0.0033	0.02	OK
5	2800	8.077	2.202	4.5	9.907	0.0035	0.02	OK
6	2800	10.317	2.240	4.5	10.079	0.0036	0.02	OK
7	2800	12.512	2.195	4.5	9.877	0.0035	0.02	OK
8	2800	14.602	2.090	4.5	9.404	0.0034	0.02	OK
9	2800	16.556	1.954	4.5	8.792	0.0031	0.02	OK
10	2800	18.355	1.799	4.5	8.097	0.0029	0.02	OK

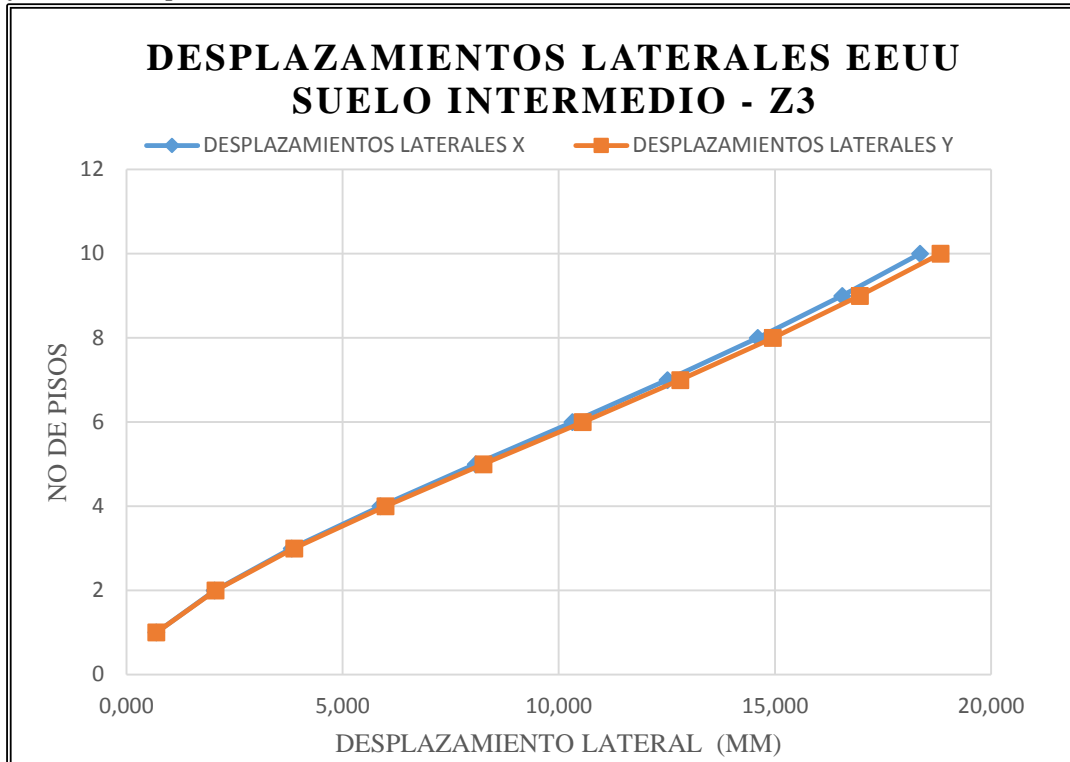
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 156: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z3 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.693	0.693	4	2.771	0.0010	0.02	OK
2	2800	2.056	1.363	4	5.451	0.0019	0.02	OK
3	2800	3.878	1.822	4	7.288	0.0026	0.02	OK
4	2800	5.990	2.113	4	8.451	0.0030	0.02	OK
5	2800	8.254	2.263	4	9.054	0.0032	0.02	OK
6	2800	10.555	2.301	4	9.205	0.0033	0.02	OK
7	2800	12.808	2.253	4	9.013	0.0032	0.02	OK
8	2800	14.953	2.145	4	8.581	0.0031	0.02	OK
9	2800	16.963	2.010	4	8.039	0.0029	0.02	OK
10	2800	18.829	1.865	4	7.462	0.0027	0.02	OK

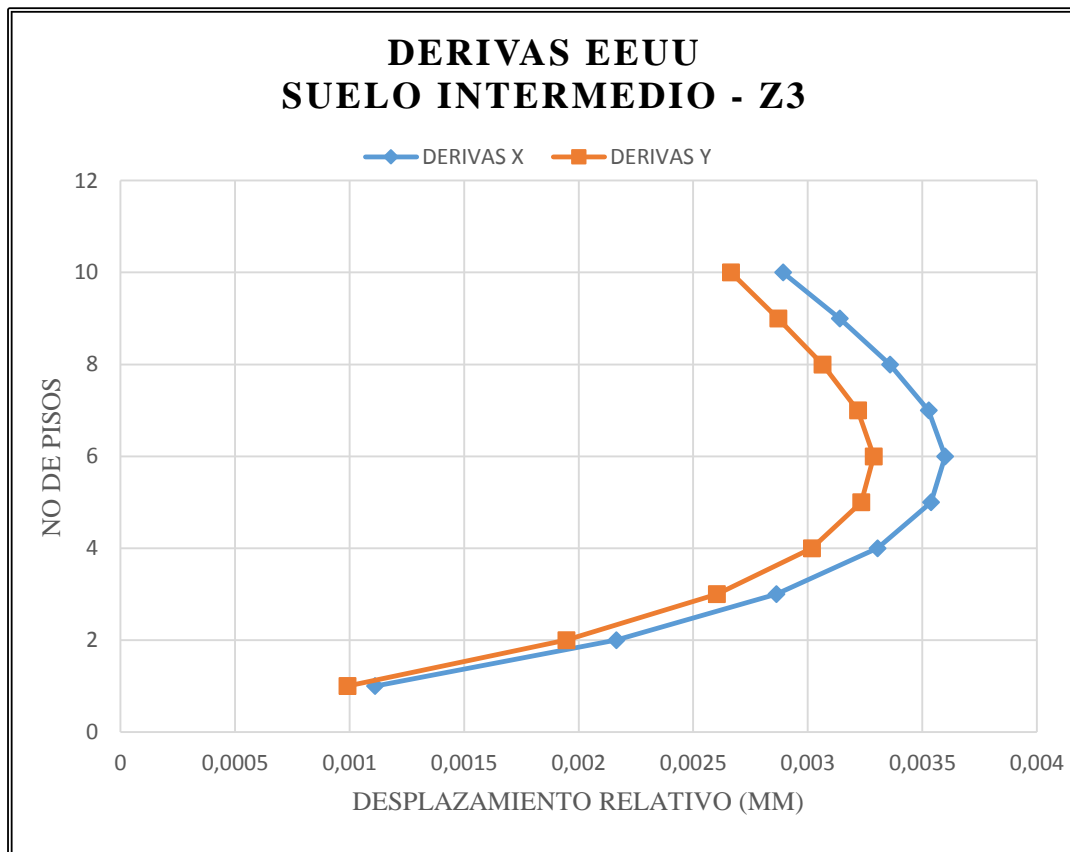
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 83: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 84: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 157: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z4 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.845	0.845	4.5	3.802	0.0014	0.02	OK
2	2800	2.491	1.646	4.5	7.408	0.0026	0.02	OK
3	2800	4.668	2.177	4.5	9.795	0.0035	0.02	OK
4	2800	7.181	2.513	4.5	11.311	0.0040	0.02	OK
5	2800	9.872	2.691	4.5	12.109	0.0043	0.02	OK
6	2800	12.610	2.738	4.5	12.319	0.0044	0.02	OK
7	2800	15.292	2.683	4.5	12.073	0.0043	0.02	OK
8	2800	17.847	2.554	4.5	11.494	0.0041	0.02	OK
9	2800	20.235	2.388	4.5	10.745	0.0038	0.02	OK
10	2800	22.434	2.199	4.5	9.896	0.0035	0.02	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

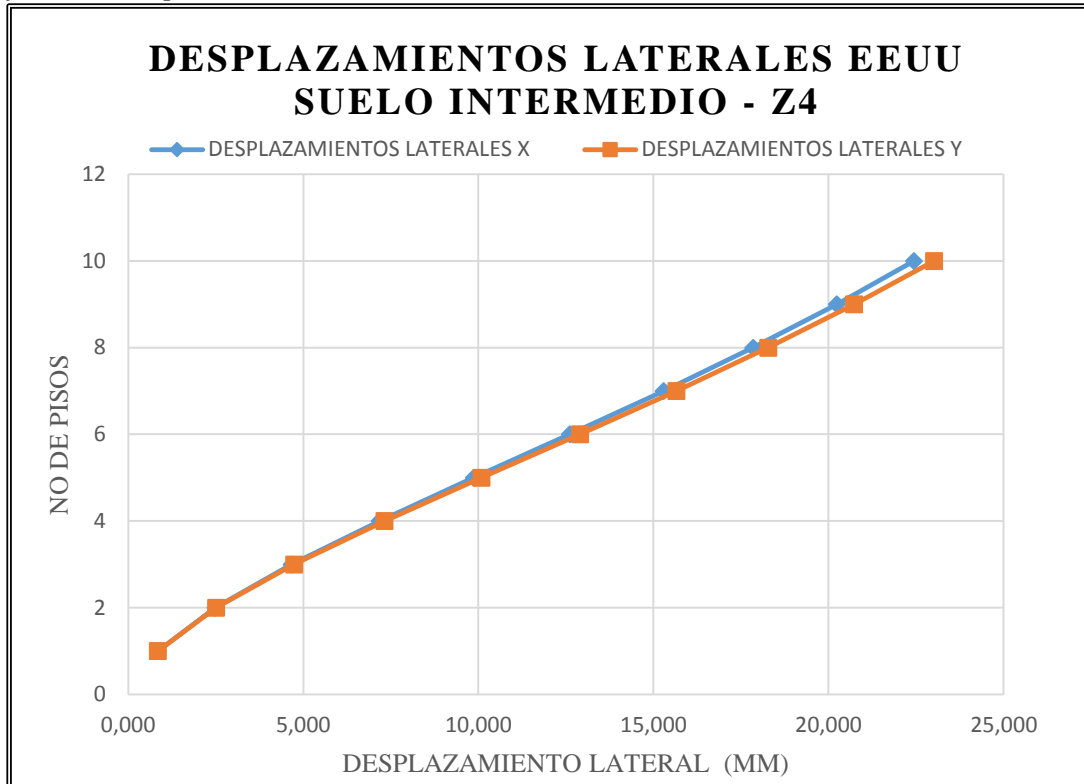
**Tabla 158: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z4 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.846	0.846	4	3.386	0.0012	0.02	OK
2	2800	2.512	1.665	4	6.661	0.0024	0.02	OK
3	2800	4.739	2.227	4	8.907	0.0032	0.02	OK
4	2800	7.321	2.582	4	10.328	0.0037	0.02	OK
5	2800	10.087	2.766	4	11.066	0.0040	0.02	OK
6	2800	12.900	2.813	4	11.251	0.0040	0.02	OK
7	2800	15.654	2.754	4	11.015	0.0039	0.02	OK
8	2800	18.276	2.622	4	10.488	0.0037	0.02	OK
9	2800	20.732	2.456	4	9.825	0.0035	0.02	OK
10	2800	23.012	2.280	4	9.119	0.0033	0.02	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

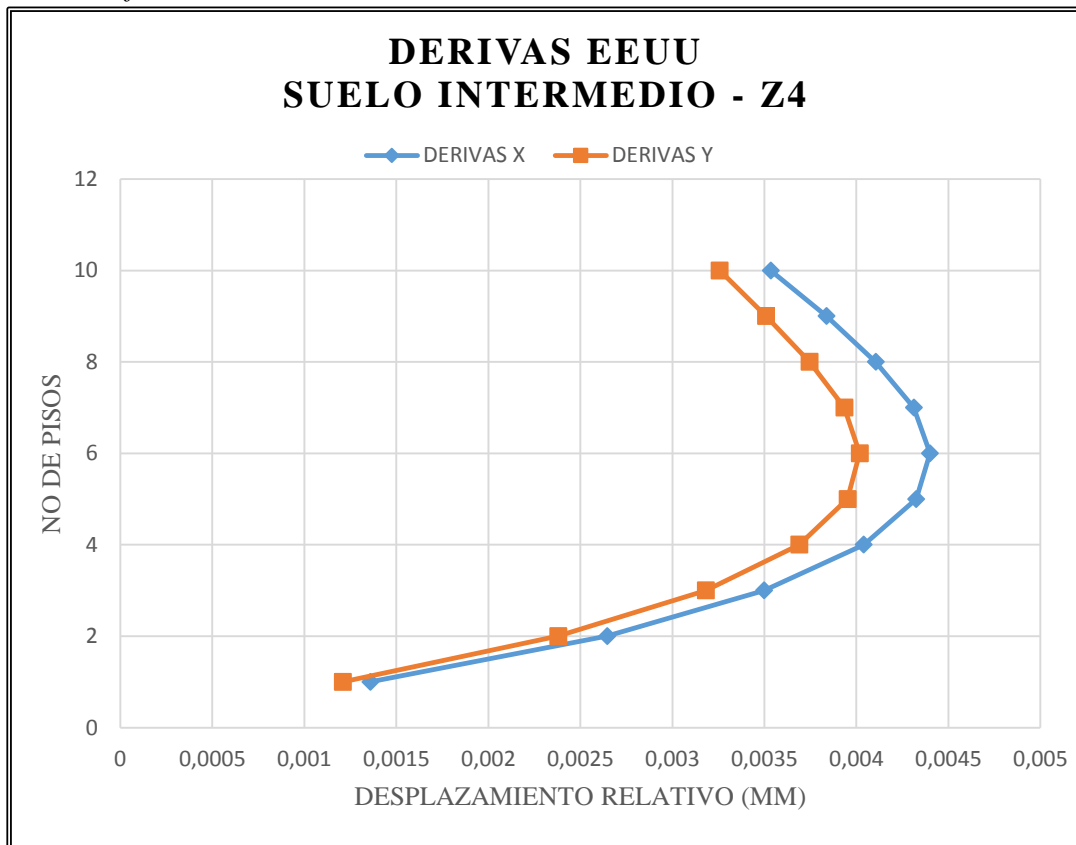


Gráfico 85: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 86: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 159: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z5 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.960	0.960	4.5	4.321	0.0015	0.02	OK
2	2800	2.832	1.871	4.5	8.421	0.0030	0.02	OK
3	2800	5.306	2.475	4.5	11.135	0.0040	0.02	OK
4	2800	8.164	2.858	4.5	12.859	0.0046	0.02	OK
5	2800	11.223	3.059	4.5	13.767	0.0049	0.02	OK
6	2800	14.336	3.113	4.5	14.006	0.0050	0.02	OK
7	2800	17.386	3.050	4.5	13.726	0.0049	0.02	OK
8	2800	20.290	2.904	4.5	13.068	0.0047	0.02	OK
9	2800	23.005	2.715	4.5	12.216	0.0044	0.02	OK
10	2800	25.505	2.500	4.5	11.250	0.0040	0.02	OK

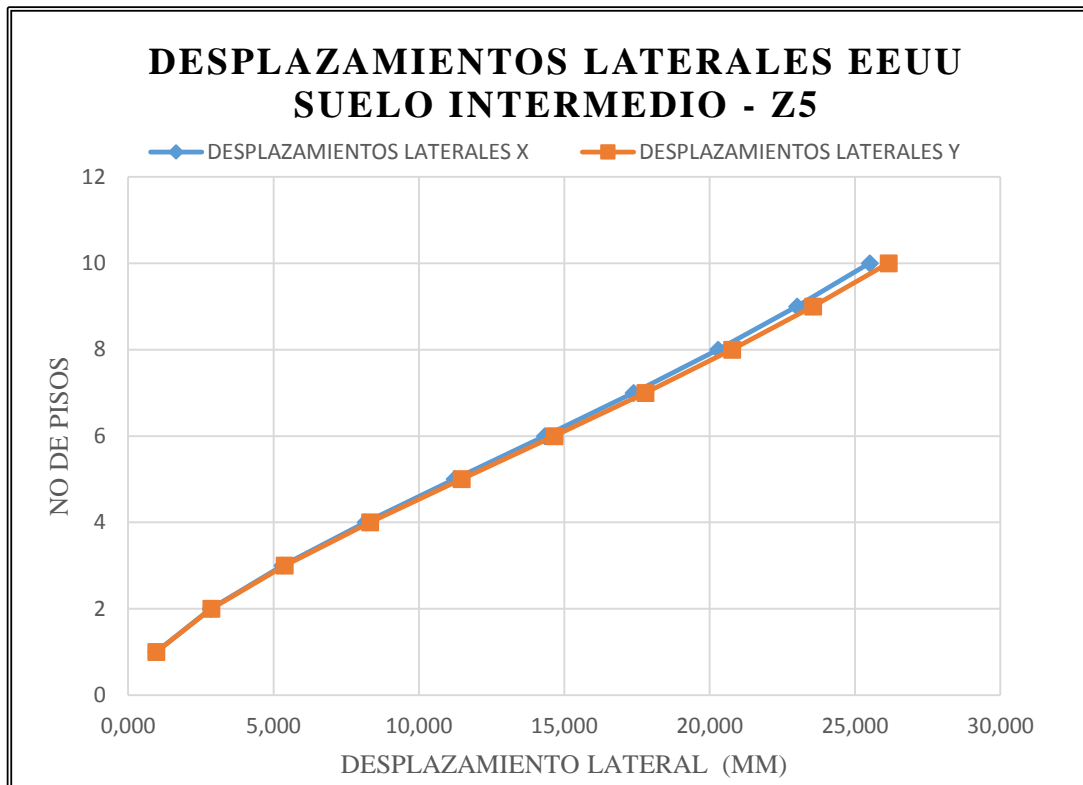
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 160: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z5 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.962	0.962	4	3.846	0.0014	0.02	OK
2	2800	2.854	1.892	4	7.569	0.0027	0.02	OK
3	2800	5.384	2.531	4	10.122	0.0036	0.02	OK
4	2800	8.319	2.934	4	11.738	0.0042	0.02	OK
5	2800	11.463	3.144	4	12.577	0.0045	0.02	OK
6	2800	14.660	3.197	4	12.787	0.0046	0.02	OK
7	2800	17.789	3.130	4	12.519	0.0045	0.02	OK
8	2800	20.769	2.980	4	11.919	0.0043	0.02	OK
9	2800	23.560	2.791	4	11.165	0.0040	0.02	OK
10	2800	26.151	2.591	4	10.362	0.0037	0.02	OK

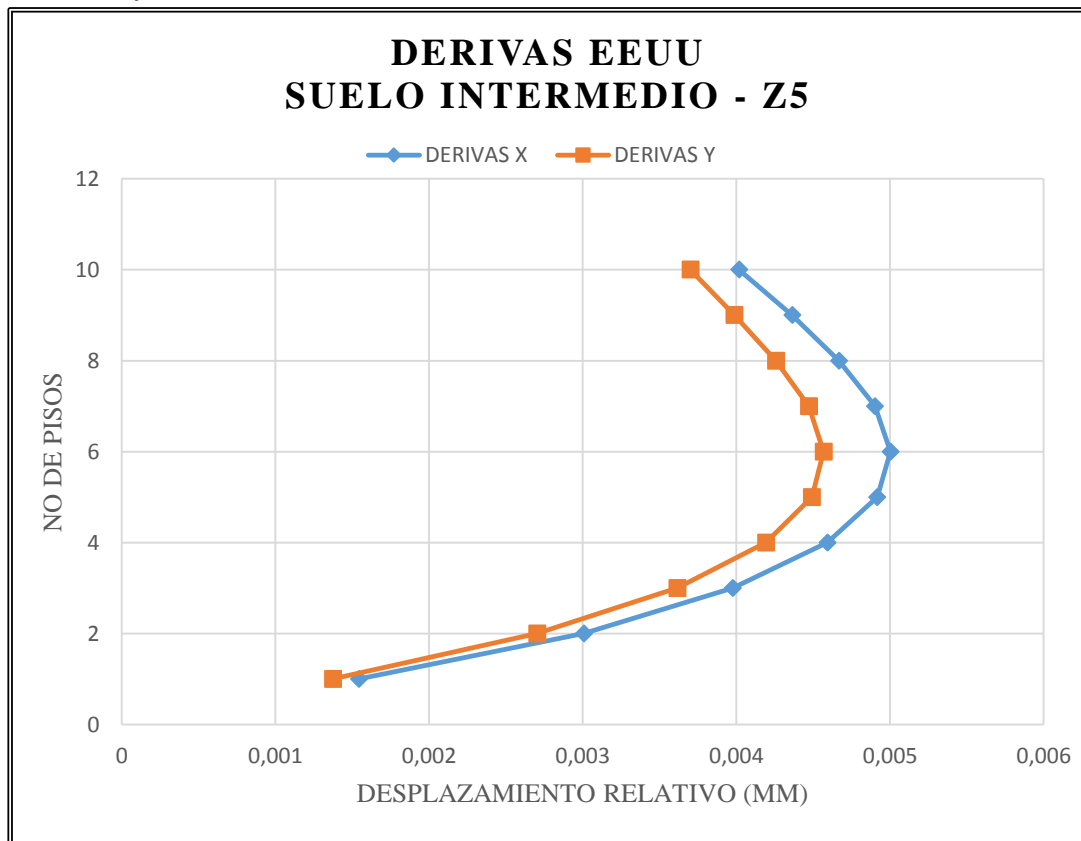
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 87: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 5



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 88: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 5



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 161: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z6 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.153	1.153	4.5	5.187	0.0019	0.02	OK
2	2800	3.398	2.246	4.5	10.106	0.0036	0.02	OK
3	2800	6.368	2.969	4.5	13.362	0.0048	0.02	OK
4	2800	9.796	3.429	4.5	15.430	0.0055	0.02	OK
5	2800	13.467	3.671	4.5	16.518	0.0059	0.02	OK
6	2800	17.202	3.734	4.5	16.805	0.0060	0.02	OK
7	2800	20.861	3.660	4.5	16.469	0.0059	0.02	OK
8	2800	24.346	3.485	4.5	15.680	0.0056	0.02	OK
9	2800	27.603	3.257	4.5	14.659	0.0052	0.02	OK
10	2800	30.603	3.000	4.5	13.500	0.0048	0.02	OK

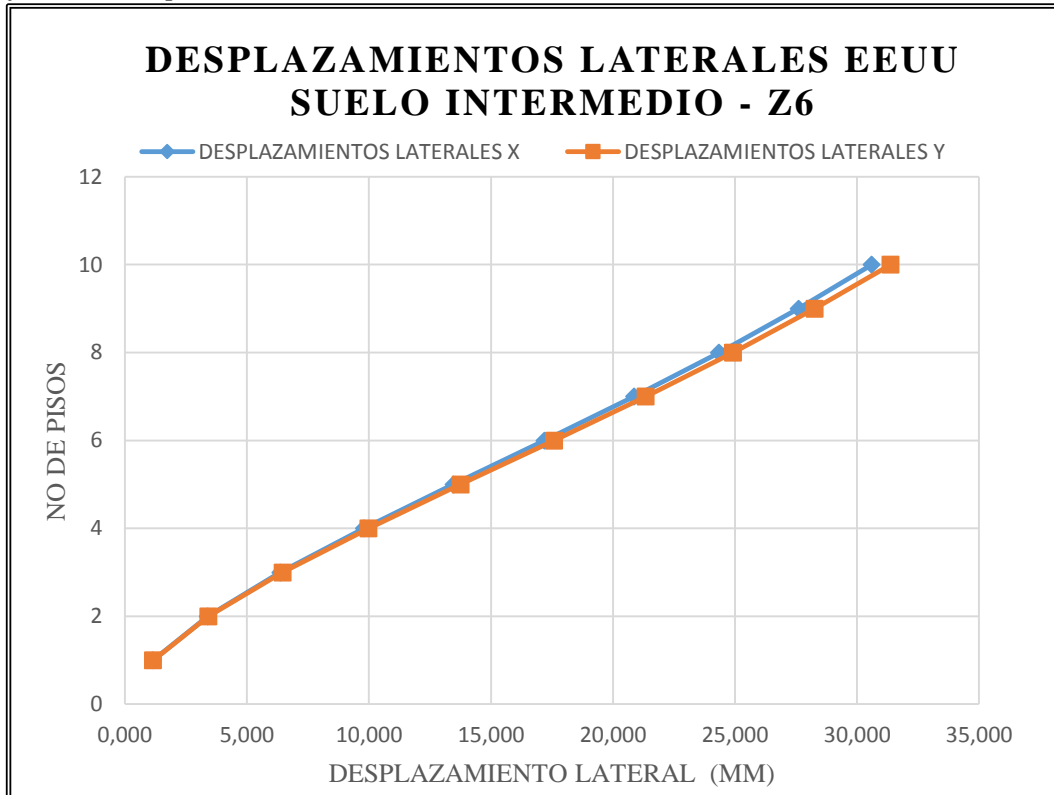
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 162: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z6 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.154	1.154	4	4.617	0.0016	0.02	OK
2	2800	3.425	2.271	4	9.084	0.0032	0.02	OK
3	2800	6.462	3.036	4	12.146	0.0043	0.02	OK
4	2800	9.983	3.521	4	14.083	0.0050	0.02	OK
5	2800	13.755	3.772	4	15.088	0.0054	0.02	OK
6	2800	17.590	3.835	4	15.341	0.0055	0.02	OK
7	2800	21.345	3.755	4	15.020	0.0054	0.02	OK
8	2800	24.920	3.575	4	14.300	0.0051	0.02	OK
9	2800	28.269	3.349	4	13.397	0.0048	0.02	OK
10	2800	31.378	3.109	4	12.435	0.0044	0.02	OK

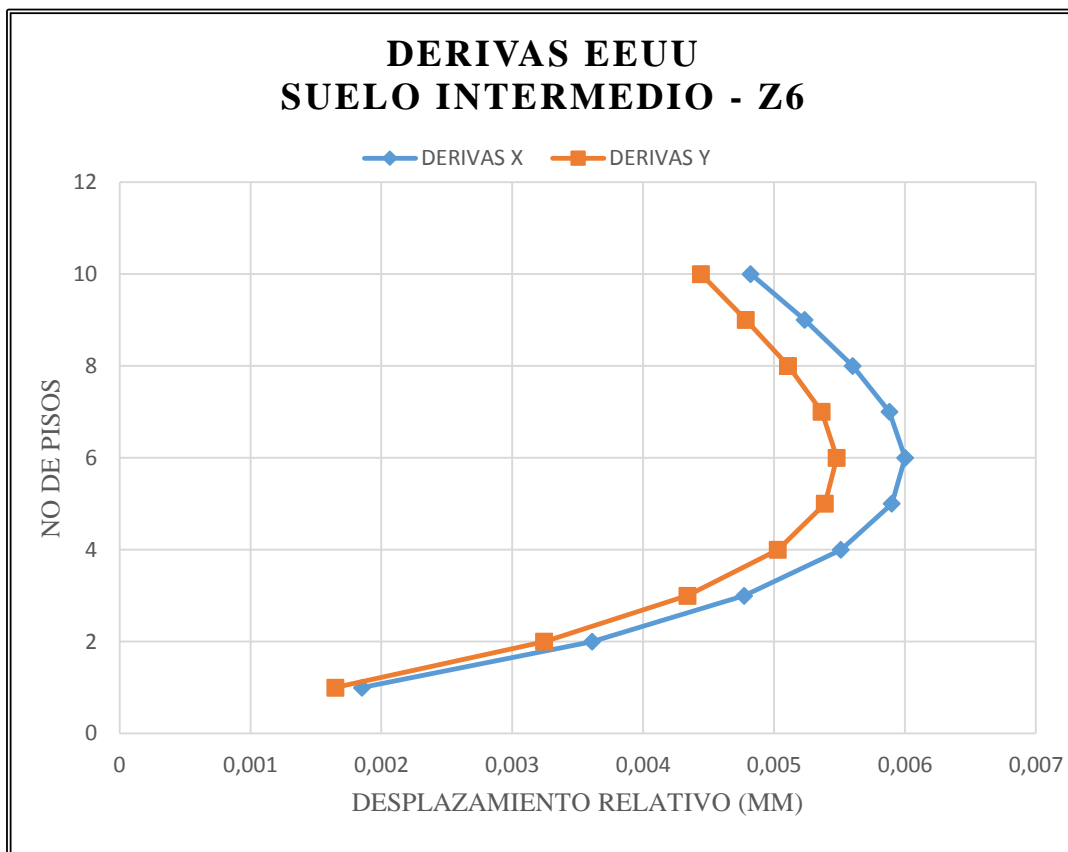
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 89: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 6



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 90: Derivas en Estados Unidos – Suelo intermedio, zona 6



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 163: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO - Z1 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.461	0.461	4.5	2.074	0.0007	0.02	OK
2	2800	1.359	0.898	4.5	4.041	0.0014	0.02	OK
3	2800	2.546	1.187	4.5	5.343	0.0019	0.02	OK
4	2800	3.917	1.371	4.5	6.169	0.0022	0.02	OK
5	2800	5.385	1.468	4.5	6.605	0.0024	0.02	OK
6	2800	6.878	1.493	4.5	6.719	0.0024	0.02	OK
7	2800	8.341	1.463	4.5	6.585	0.0024	0.02	OK
8	2800	9.735	1.393	4.5	6.270	0.0022	0.02	OK
9	2800	11.037	1.302	4.5	5.861	0.0021	0.02	OK
10	2800	12.237	1.199	4.5	5.398	0.0019	0.02	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

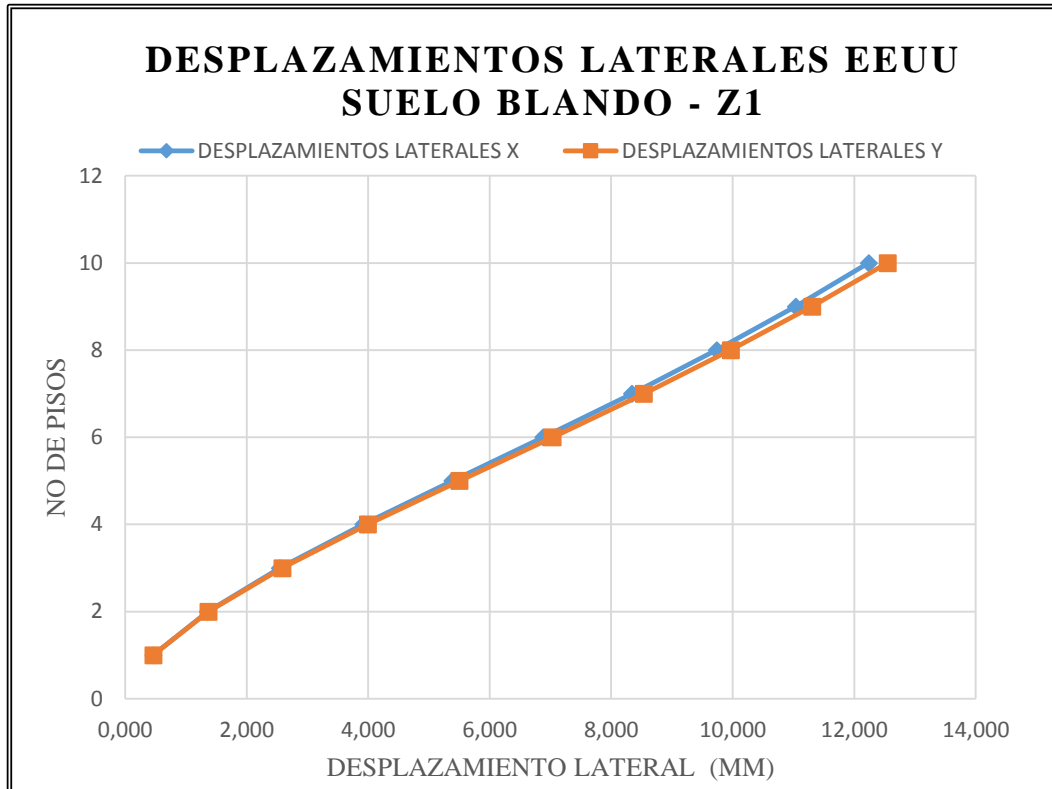


**Tabla 164: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO - Z1 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.462	0.462	4	1.846	0.0007	0.02	OK
2	2800	1.370	0.908	4	3.633	0.0013	0.02	OK
3	2800	2.584	1.214	4	4.857	0.0017	0.02	OK
4	2800	3.992	1.408	4	5.632	0.0020	0.02	OK
5	2800	5.501	1.509	4	6.035	0.0022	0.02	OK
6	2800	7.035	1.534	4	6.136	0.0022	0.02	OK
7	2800	8.537	1.502	4	6.007	0.0021	0.02	OK
8	2800	9.966	1.430	4	5.719	0.0020	0.02	OK
9	2800	11.306	1.339	4	5.358	0.0019	0.02	OK
10	2800	12.549	1.243	4	4.973	0.0018	0.02	OK

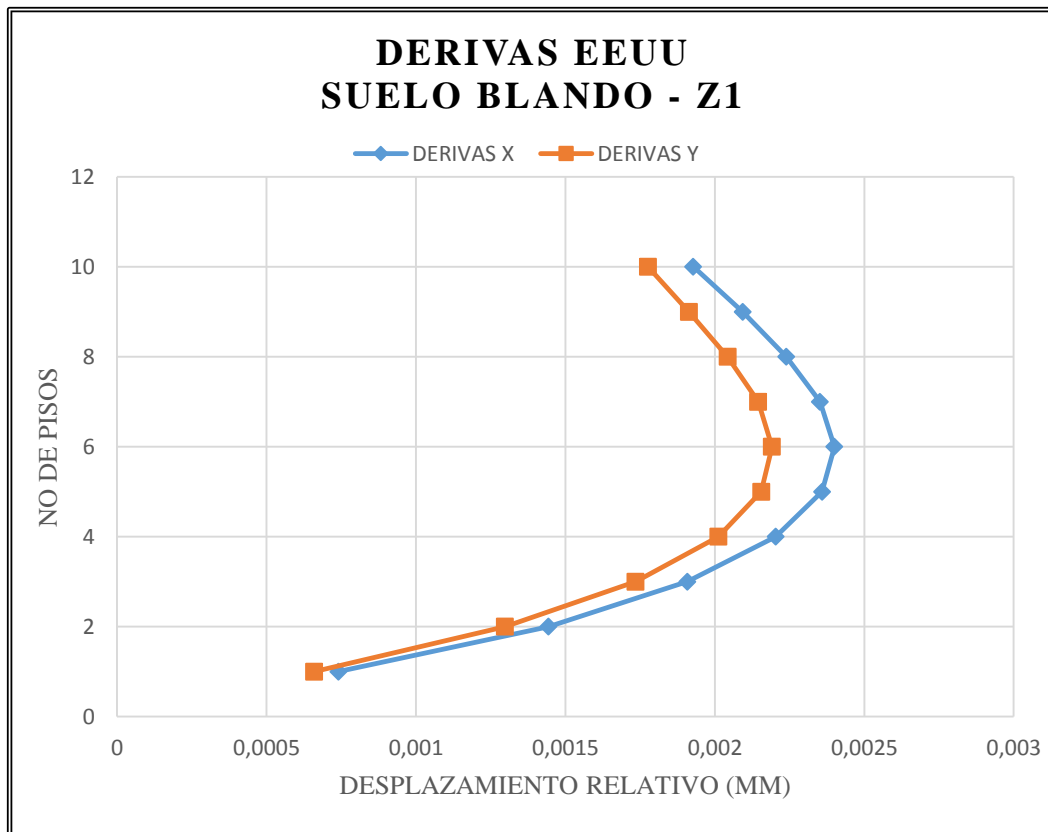
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 91: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 92: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 165: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO – Z2 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.651	0.651	4.5	2.930	0.0010	0.02	OK
2	2800	1.921	1.270	4.5	5.717	0.0020	0.02	OK
3	2800	3.603	1.681	4.5	7.566	0.0027	0.02	OK
4	2800	5.545	1.943	4.5	8.742	0.0031	0.02	OK
5	2800	7.626	2.080	4.5	9.362	0.0033	0.02	OK
6	2800	9.743	2.117	4.5	9.525	0.0034	0.02	OK
7	2800	11.817	2.074	4.5	9.333	0.0033	0.02	OK
8	2800	13.791	1.974	4.5	8.883	0.0032	0.02	OK
9	2800	15.635	1.845	4.5	8.301	0.0030	0.02	OK
10	2800	17.334	1.698	4.5	7.642	0.0027	0.02	OK

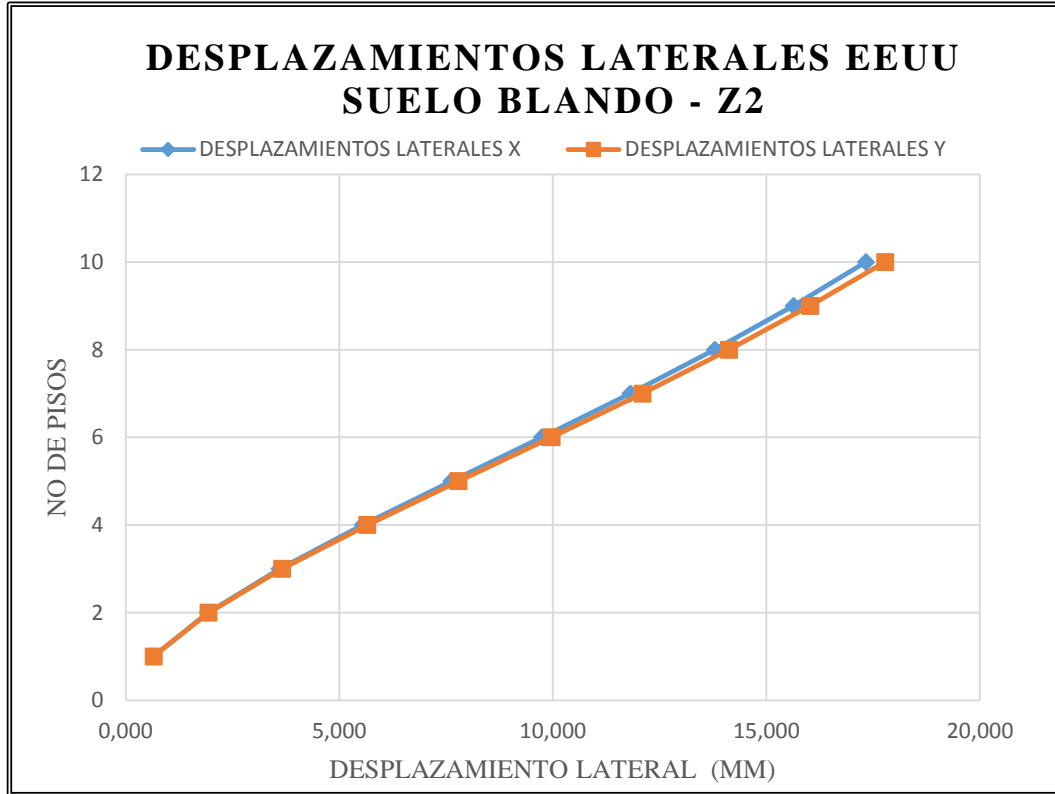
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 166: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO – Z2 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.652	0.652	4	2.607	0.0009	0.02	OK
2	2800	1.937	1.285	4	5.140	0.0018	0.02	OK
3	2800	3.657	1.720	4	6.880	0.0025	0.02	OK
4	2800	5.653	1.996	4	7.984	0.0029	0.02	OK
5	2800	7.793	2.140	4	8.559	0.0031	0.02	OK
6	2800	9.968	2.176	4	8.703	0.0031	0.02	OK
7	2800	12.098	2.130	4	8.519	0.0030	0.02	OK
8	2800	14.125	2.027	4	8.107	0.0029	0.02	OK
9	2800	16.022	1.898	4	7.590	0.0027	0.02	OK
10	2800	17.783	1.761	4	7.042	0.0025	0.02	OK

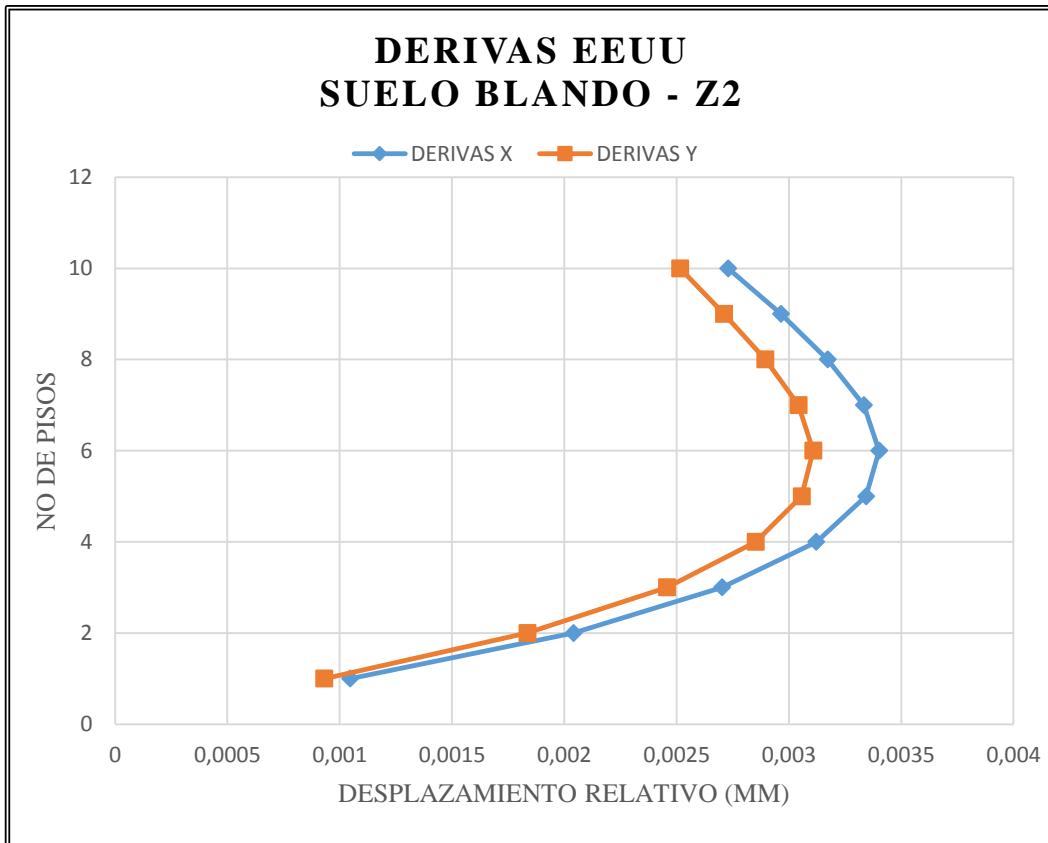
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 93: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 94: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 167: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO – Z3 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.746	0.746	4.5	3.357	0.0012	0.02	OK
2	2800	2.203	1.457	4.5	6.555	0.0023	0.02	OK
3	2800	4.131	1.929	4.5	8.679	0.0031	0.02	OK
4	2800	6.360	2.229	4.5	10.032	0.0036	0.02	OK
5	2800	8.748	2.388	4.5	10.745	0.0038	0.02	OK
6	2800	11.178	2.430	4.5	10.933	0.0039	0.02	OK
7	2800	13.558	2.380	4.5	10.712	0.0038	0.02	OK
8	2800	15.823	2.265	4.5	10.193	0.0036	0.02	OK
9	2800	17.940	2.116	4.5	9.523	0.0034	0.02	OK
10	2800	19.888	1.948	4.5	8.766	0.0031	0.02	OK

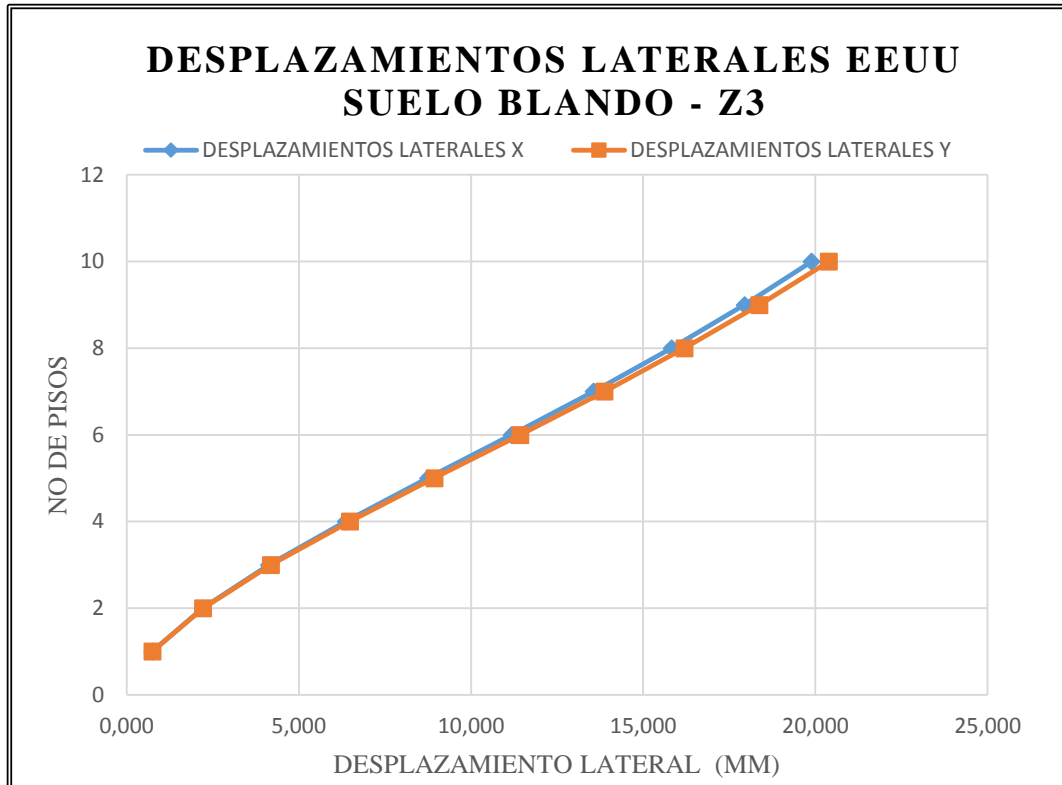
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 168: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO – Z3 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.746	0.746	4	2.985	0.0011	0.02	OK
2	2800	2.218	1.472	4	5.889	0.0021	0.02	OK
3	2800	4.190	1.972	4	7.887	0.0028	0.02	OK
4	2800	6.479	2.289	4	9.156	0.0033	0.02	OK
5	2800	8.933	2.454	4	9.817	0.0035	0.02	OK
6	2800	11.429	2.496	4	9.984	0.0036	0.02	OK
7	2800	13.872	2.443	4	9.771	0.0035	0.02	OK
8	2800	16.196	2.324	4	9.297	0.0033	0.02	OK
9	2800	18.372	2.175	4	8.702	0.0031	0.02	OK
10	2800	20.390	2.018	4	8.072	0.0029	0.02	OK

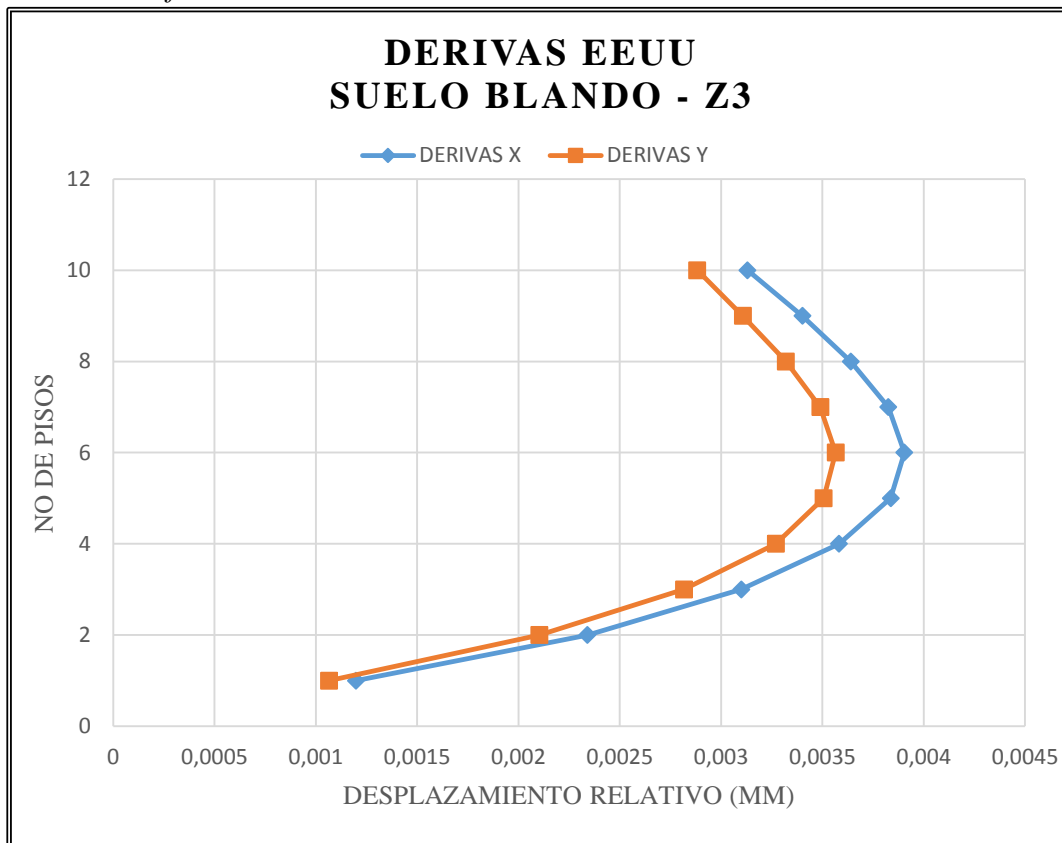
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 95: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 96: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 169: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO – Z4 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.764	0.764	4.5	3.439	0.0012	0.02	OK
2	2800	2.257	1.493	4.5	6.718	0.0024	0.02	OK
3	2800	4.234	1.977	4.5	8.897	0.0032	0.02	OK
4	2800	6.520	2.286	4.5	10.286	0.0037	0.02	OK
5	2800	8.969	2.449	4.5	11.020	0.0039	0.02	OK
6	2800	11.461	2.492	4.5	11.213	0.0040	0.02	OK
7	2800	13.902	2.441	4.5	10.985	0.0039	0.02	OK
8	2800	16.224	2.323	4.5	10.452	0.0037	0.02	OK
9	2800	18.394	2.170	4.5	9.763	0.0035	0.02	OK
10	2800	20.391	1.997	4.5	8.987	0.0032	0.02	OK

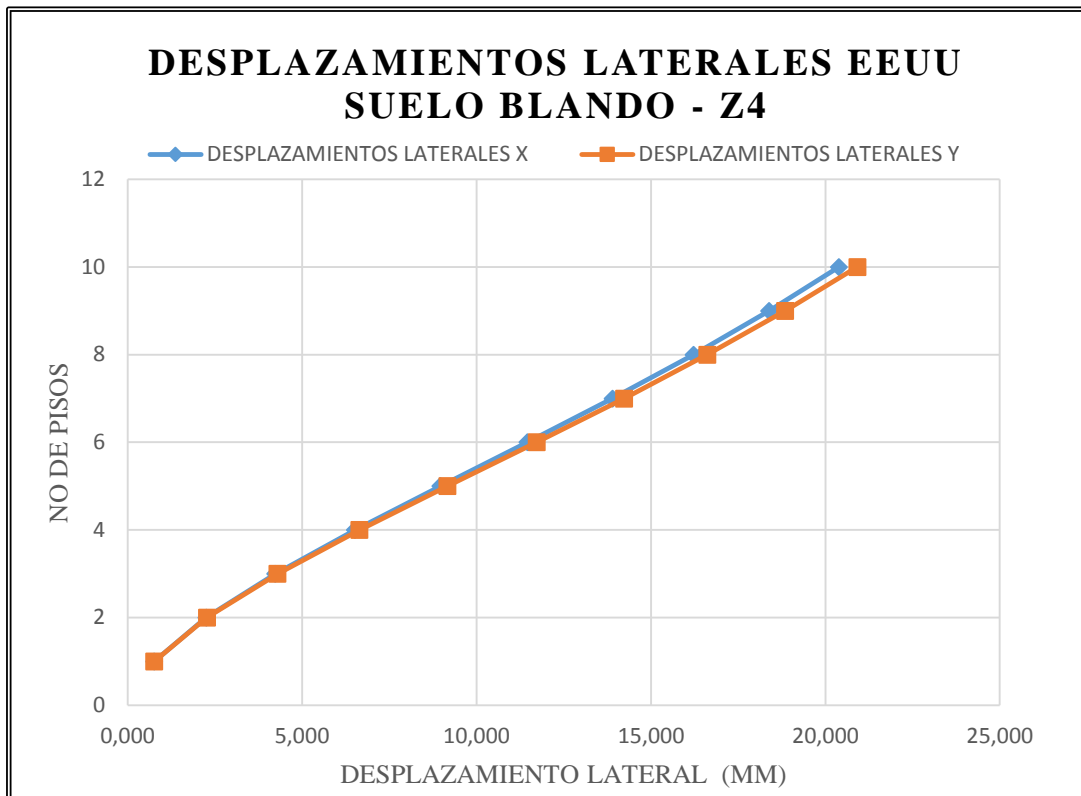
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 170: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO – Z4 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.765	0.765	4	3.059	0.0011	0.02	OK
2	2800	2.274	1.510	4	6.039	0.0022	0.02	OK
3	2800	4.297	2.023	4	8.091	0.0029	0.02	OK
4	2800	6.646	2.349	4	9.396	0.0034	0.02	OK
5	2800	9.165	2.519	4	10.076	0.0036	0.02	OK
6	2800	11.727	2.562	4	10.247	0.0037	0.02	OK
7	2800	14.234	2.507	4	10.028	0.0036	0.02	OK
8	2800	16.618	2.385	4	9.539	0.0034	0.02	OK
9	2800	18.850	2.232	4	8.928	0.0032	0.02	OK
10	2800	20.920	2.070	4	8.280	0.0030	0.02	OK

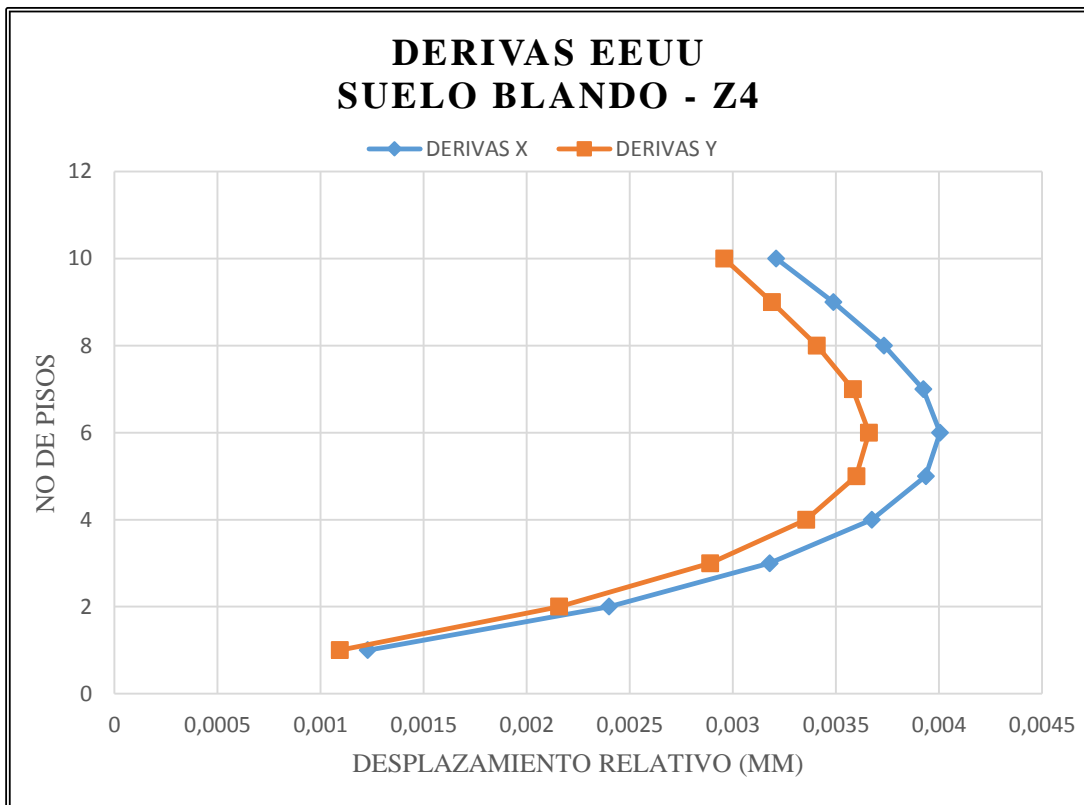
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 97: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 98: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 171: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO – Z5 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.956	0.956	4.5	4.300	0.0015	0.02	OK
2	2800	2.823	1.867	4.5	8.401	0.0030	0.02	OK
3	2800	5.295	2.473	4.5	11.127	0.0040	0.02	OK
4	2800	8.154	2.859	4.5	12.864	0.0046	0.02	OK
5	2800	11.216	3.063	4.5	13.781	0.0049	0.02	OK
6	2800	14.332	3.116	4.5	14.023	0.0050	0.02	OK
7	2800	17.385	3.053	4.5	13.737	0.0049	0.02	OK
8	2800	20.290	2.905	4.5	13.071	0.0047	0.02	OK
9	2800	23.003	2.713	4.5	12.210	0.0044	0.02	OK
10	2800	25.501	2.498	4.5	11.239	0.0040	0.02	OK

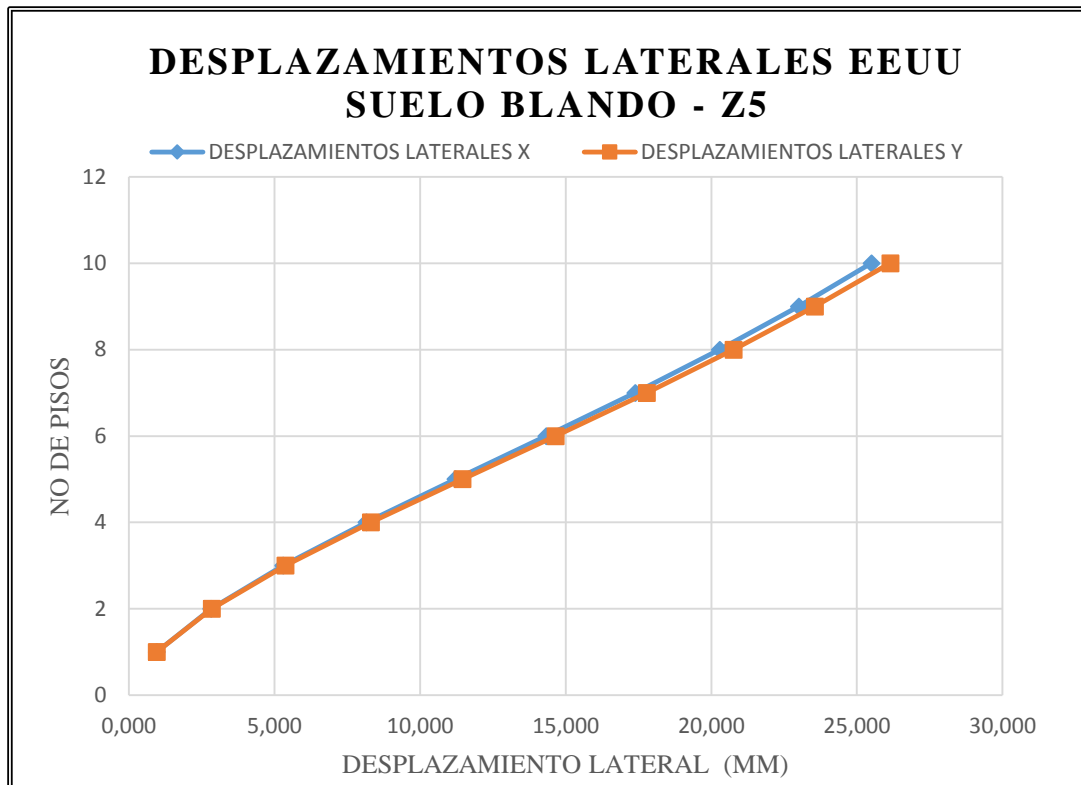
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 172: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 5 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO – Z5 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.956	0.956	4	3.823	0.0014	0.02	OK
2	2800	2.842	1.887	4	7.547	0.0027	0.02	OK
3	2800	5.370	2.528	4	10.112	0.0036	0.02	OK
4	2800	8.306	2.936	4	11.742	0.0042	0.02	OK
5	2800	11.454	3.148	4	12.592	0.0045	0.02	OK
6	2800	14.655	3.202	4	12.806	0.0046	0.02	OK
7	2800	17.789	3.133	4	12.533	0.0045	0.02	OK
8	2800	20.769	2.981	4	11.922	0.0043	0.02	OK
9	2800	23.558	2.789	4	11.157	0.0040	0.02	OK
10	2800	26.146	2.587	4	10.348	0.0037	0.02	OK

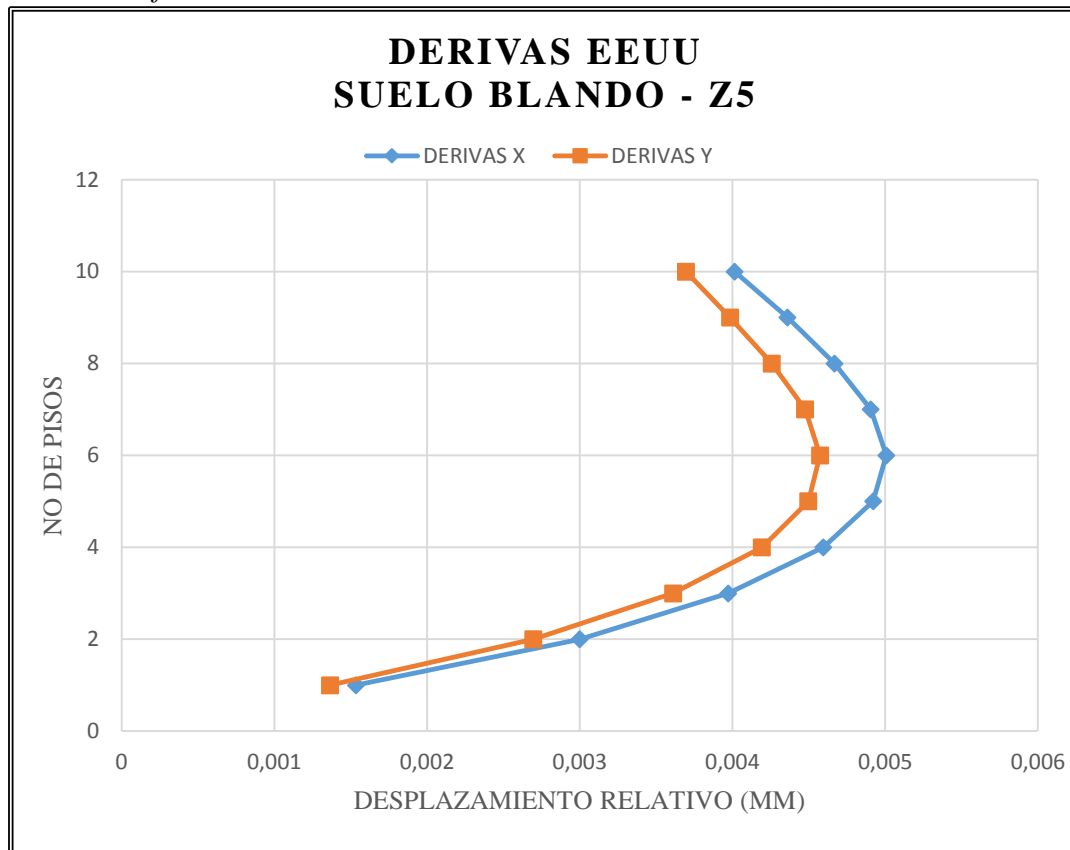
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 99: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 5



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 100: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 5



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 173: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO – Z6 - DIRECCIÓN X-X EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math></b>	<b>Cd/Ie * <math>\Delta</math> /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.147	1.147	4.5	5.160	0.0018	0.02	OK
2	2800	3.387	2.240	4.5	10.081	0.0036	0.02	OK
3	2800	6.354	2.967	4.5	13.351	0.0048	0.02	OK
4	2800	9.784	3.430	4.5	15.436	0.0055	0.02	OK
5	2800	13.459	3.675	4.5	16.536	0.0059	0.02	OK
6	2800	17.198	3.739	4.5	16.826	0.0060	0.02	OK
7	2800	20.861	3.663	4.5	16.484	0.0059	0.02	OK
8	2800	24.346	3.485	4.5	15.684	0.0056	0.02	OK
9	2800	27.602	3.256	4.5	14.651	0.0052	0.02	OK
10	2800	30.598	2.997	4.5	13.486	0.0048	0.02	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

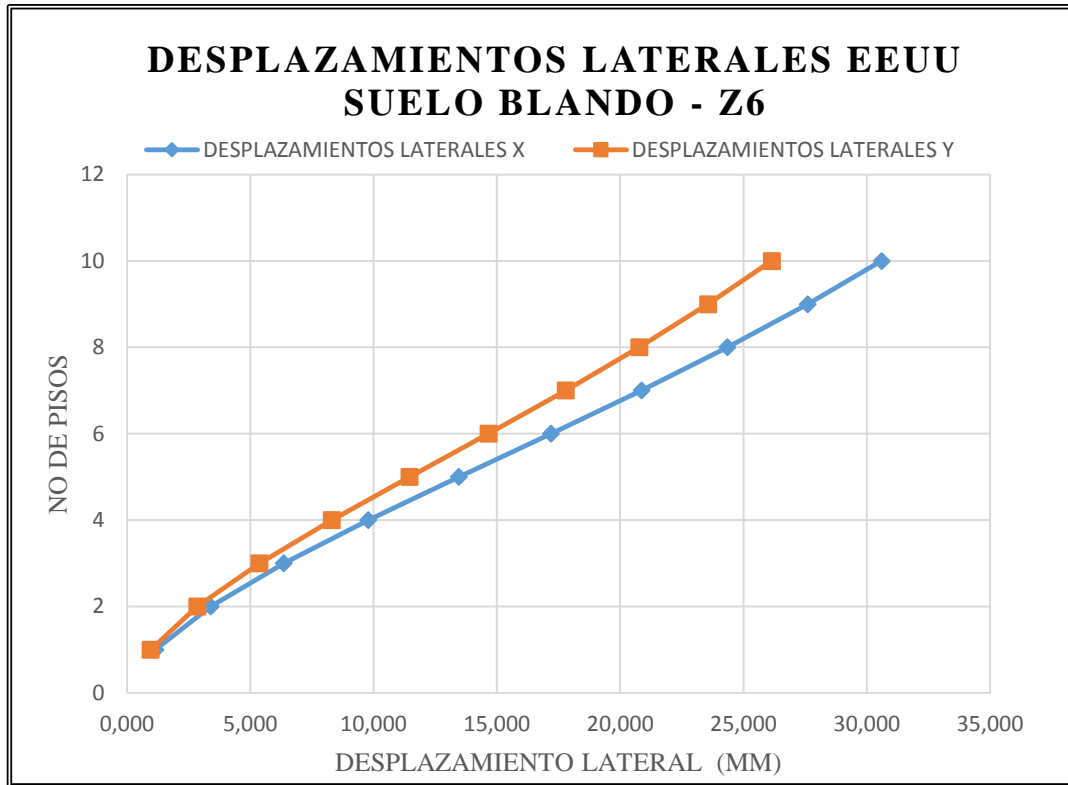
**Tabla 174: Control de desplazamientos laterales en Estados Unidos, para tipo de zona 6 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO – Z6 - DIRECCIÓN Y-Y EEUU</b>								
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b>Δ Elástico (mm)</b>	<b>ΔElástico Relativo (mm)</b>	<b>Cd/Ie</b>	<b>Cd/Ie * Δ</b>	<b>Cd/Ie * Δ /h</b>	<b>0.020 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.956	0.956	4	3.823	0.0014	0.02	OK
2	2800	2.842	1.887	4	7.547	0.0027	0.02	OK
3	2800	5.370	2.528	4	10.112	0.0036	0.02	OK
4	2800	8.306	2.936	4	11.742	0.0042	0.02	OK
5	2800	11.454	3.148	4	12.592	0.0045	0.02	OK
6	2800	14.655	3.202	4	12.806	0.0046	0.02	OK
7	2800	17.789	3.133	4	12.533	0.0045	0.02	OK
8	2800	20.769	2.981	4	11.922	0.0043	0.02	OK
9	2800	23.558	2.789	4	11.157	0.0040	0.02	OK
10	2800	26.146	2.587	4	10.348	0.0037	0.02	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

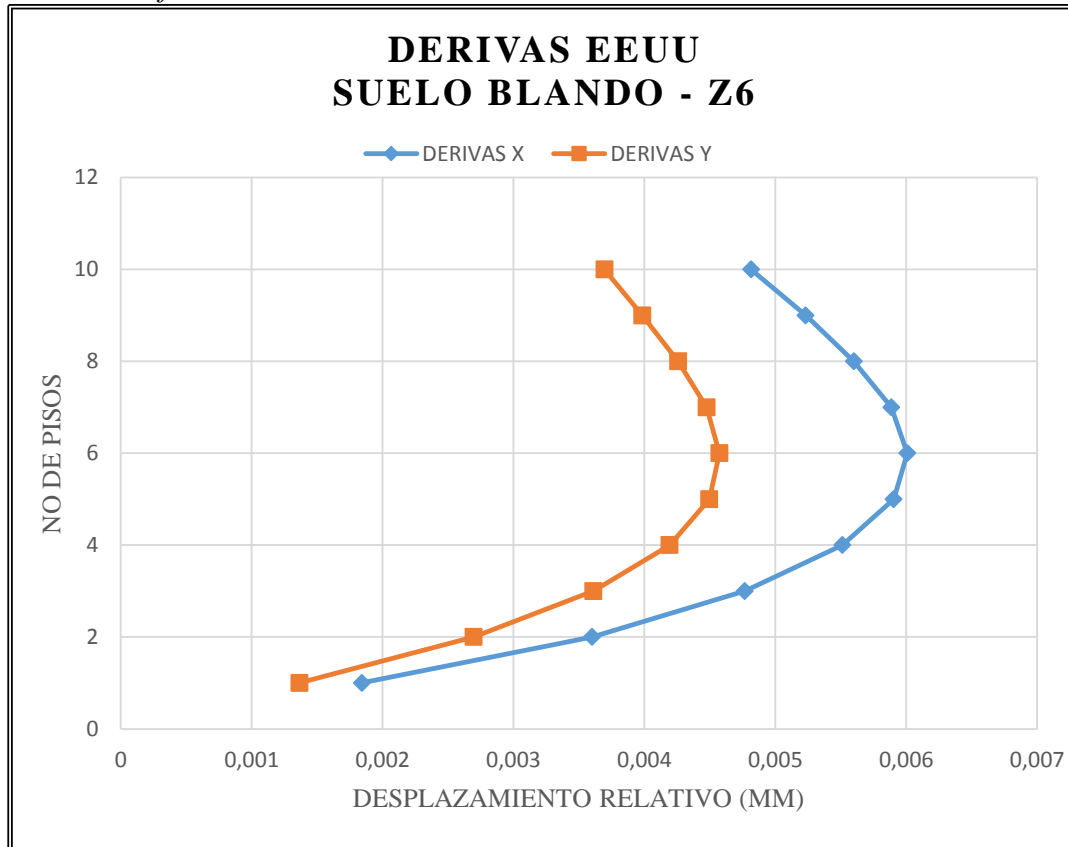


Gráfico 101: Desplazamientos laterales en Estados Unidos – Suelo blando, zona 6



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 102: Derivas en Estados Unidos – Suelo blando, zona 6



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4.11.4 Desplazamientos laterales en Japón

Se determinan los desplazamientos laterales absolutos y relativos en cada dirección, para cada tipo de suelo y para cada zona sísmica.

**Tabla 175: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

<b>SUELO RÍGIDO – Z1 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.328	1.328179	0.000474	0.005	OK
2	2800	3.918	2.589486	0.000925	0.005	OK
3	2800	7.343	3.424996	0.001223	0.005	OK
4	2800	11.299	3.956033	0.001413	0.005	OK
5	2800	15.534	4.235795	0.001513	0.005	OK
6	2800	19.844	4.309505	0.001539	0.005	OK
7	2800	24.067	4.222963	0.001508	0.005	OK
8	2800	28.087	4.020137	0.001436	0.005	OK
9	2800	31.845	3.757573	0.001342	0.005	OK
10	2800	35.305	3.460107	0.001236	0.005	OK

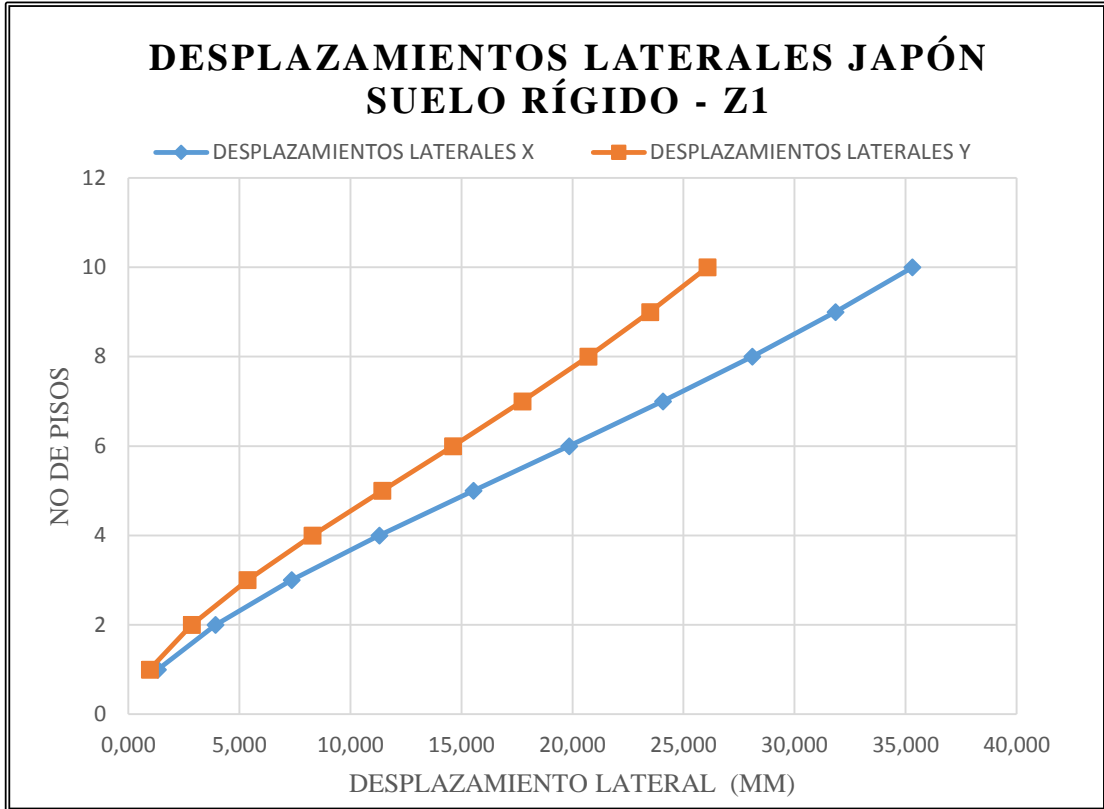
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 176: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO – Z1 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.957	0.957465	0.000342	0.005	OK
2	2800	2.843	1.885399	0.000673	0.005	OK
3	2800	5.365	2.522368	0.000901	0.005	OK
4	2800	8.291	2.92588	0.001045	0.005	OK
5	2800	11.427	3.135465	0.001120	0.005	OK
6	2800	14.615	3.188159	0.001139	0.005	OK
7	2800	17.736	3.121011	0.001115	0.005	OK
8	2800	20.707	2.970861	0.001061	0.005	OK
9	2800	23.489	2.782383	0.000994	0.005	OK
10	2800	26.071	2.58207	0.000922	0.005	OK

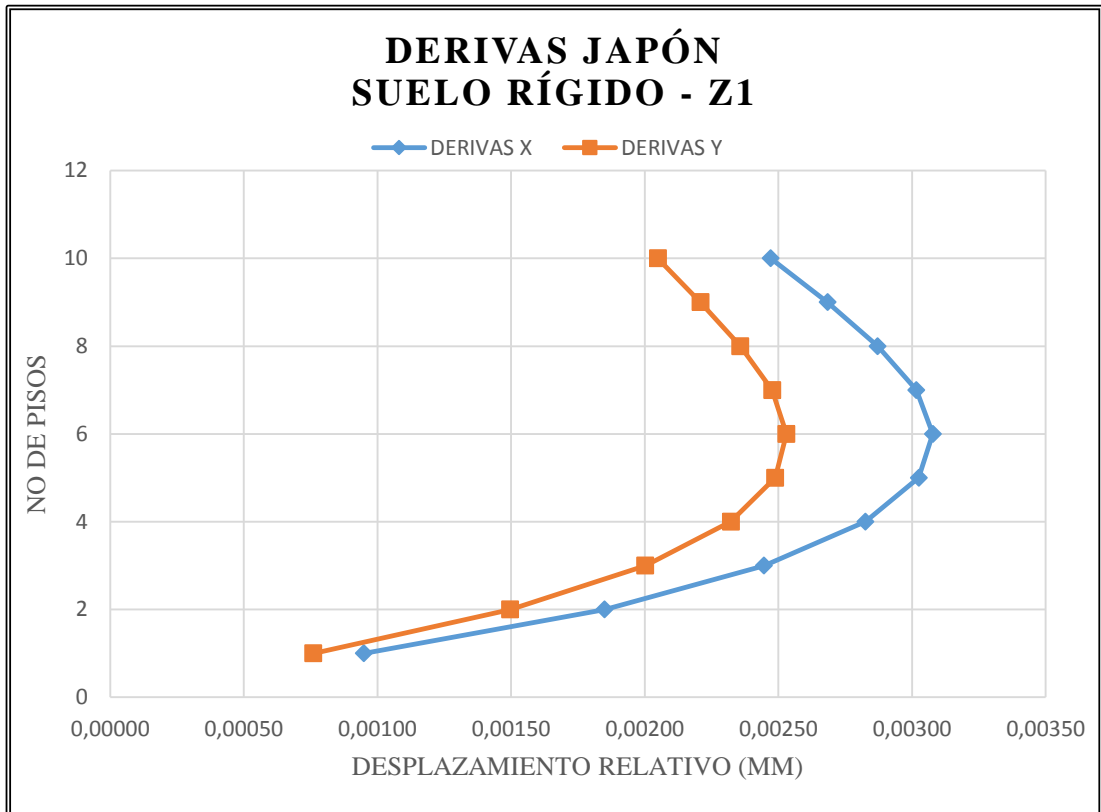
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 103: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo rígido, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 104: Derivas en Japón – Suelo rígido, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 177: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

<b>SUELO RÍGIDO – Z2 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.195	1.195495	0.000427	0.005	OK
2	2800	3.526	2.3308	0.000832	0.005	OK
3	2800	6.609	3.082846	0.001101	0.005	OK
4	2800	10.170	3.560833	0.001272	0.005	OK
5	2800	13.983	3.812648	0.001362	0.005	OK
6	2800	17.862	3.878994	0.001385	0.005	OK
7	2800	21.663	3.801099	0.001358	0.005	OK
8	2800	25.281	3.618533	0.001292	0.005	OK
9	2800	28.663	3.382198	0.001208	0.005	OK
10	2800	31.778	3.114448	0.001112	0.005	OK

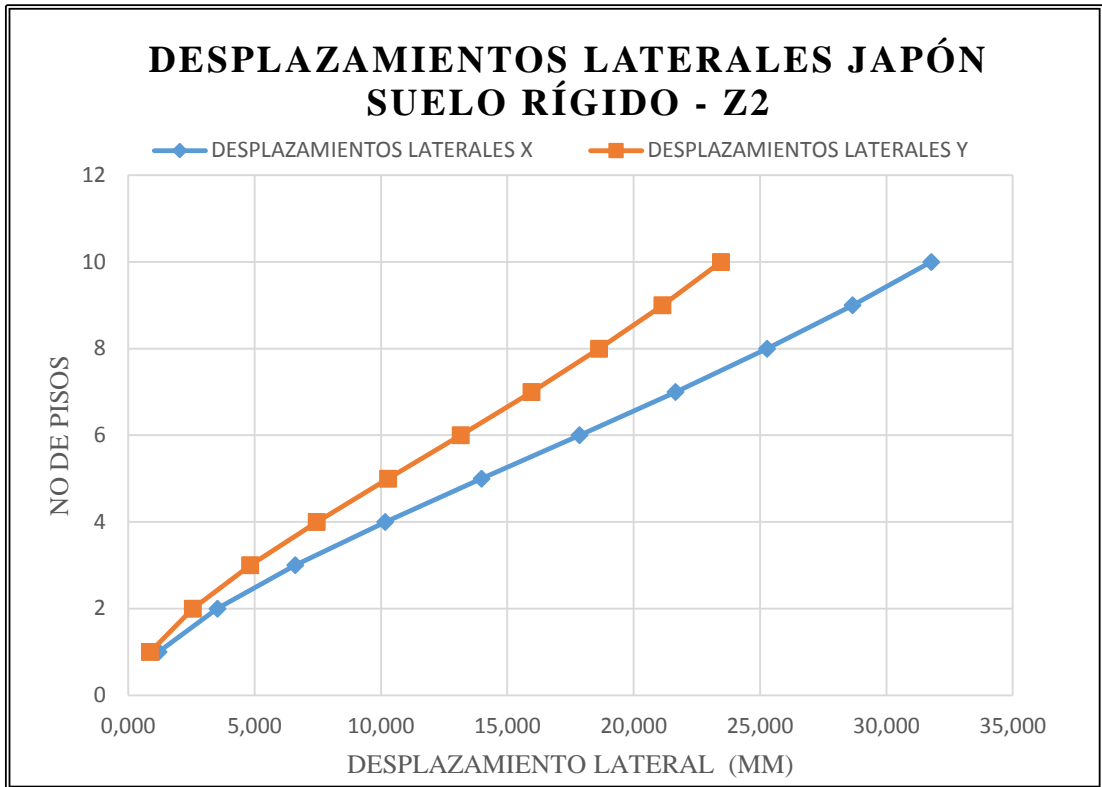
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 178: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO – Z2 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.862	0.861684	0.000308	0.005	OK
2	2800	2.558	1.696789	0.000606	0.005	OK
3	2800	4.829	2.270036	0.000811	0.005	OK
4	2800	7.462	2.633181	0.000940	0.005	OK
5	2800	10.283	2.8218	0.001008	0.005	OK
6	2800	13.153	2.869221	0.001025	0.005	OK
7	2800	15.962	2.808792	0.001003	0.005	OK
8	2800	18.635	2.673662	0.000955	0.005	OK
9	2800	21.139	2.50404	0.000894	0.005	OK
10	2800	23.463	2.323767	0.000830	0.005	OK

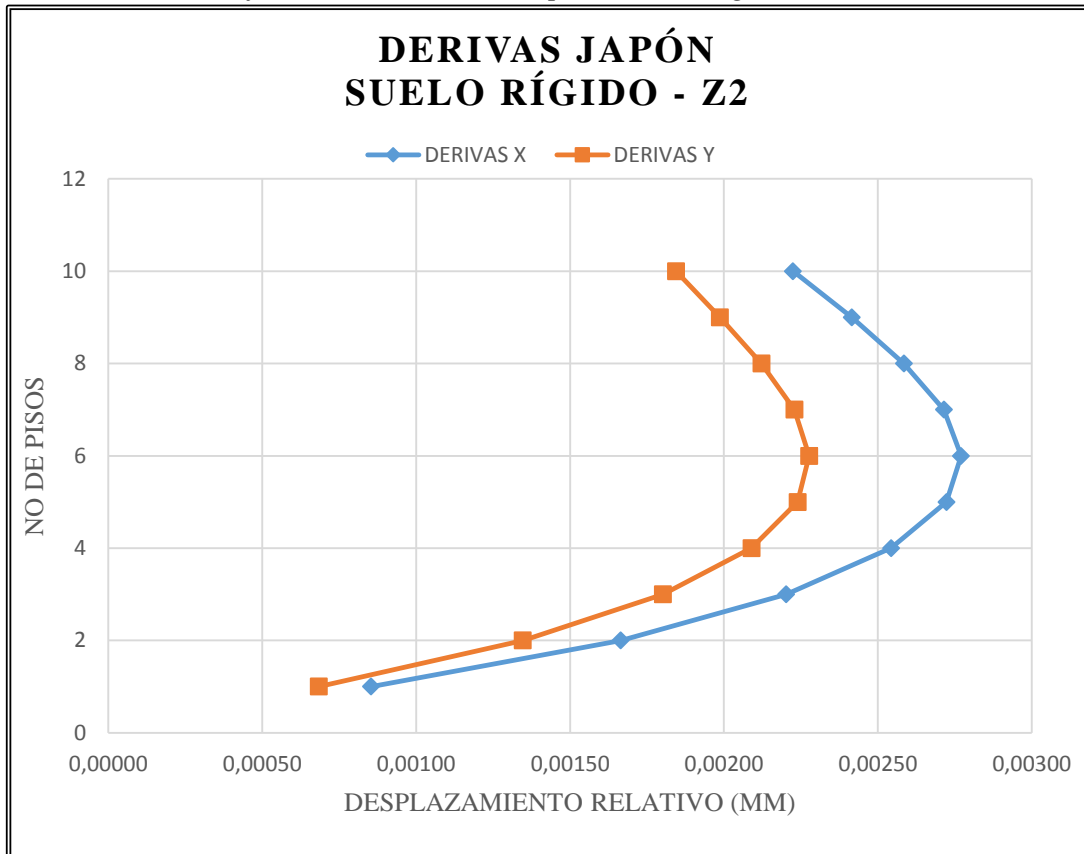
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 105: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo rígido, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 106: Derivas en Japón – Suelo rígido, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 179: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

<b>SUELO RÍGIDO – Z3 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.062	1.062367	0.000379	0.005	OK
2	2800	3.134	2.071241	0.000740	0.005	OK
3	2800	5.873	2.739533	0.000978	0.005	OK
4	2800	9.037	3.164288	0.001130	0.005	OK
5	2800	12.425	3.388057	0.001210	0.005	OK
6	2800	15.873	3.447015	0.001231	0.005	OK
7	2800	19.250	3.377794	0.001206	0.005	OK
8	2800	22.466	3.215563	0.001148	0.005	OK
9	2800	25.471	3.005549	0.001073	0.005	OK
10	2800	28.239	2.767617	0.000988	0.005	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

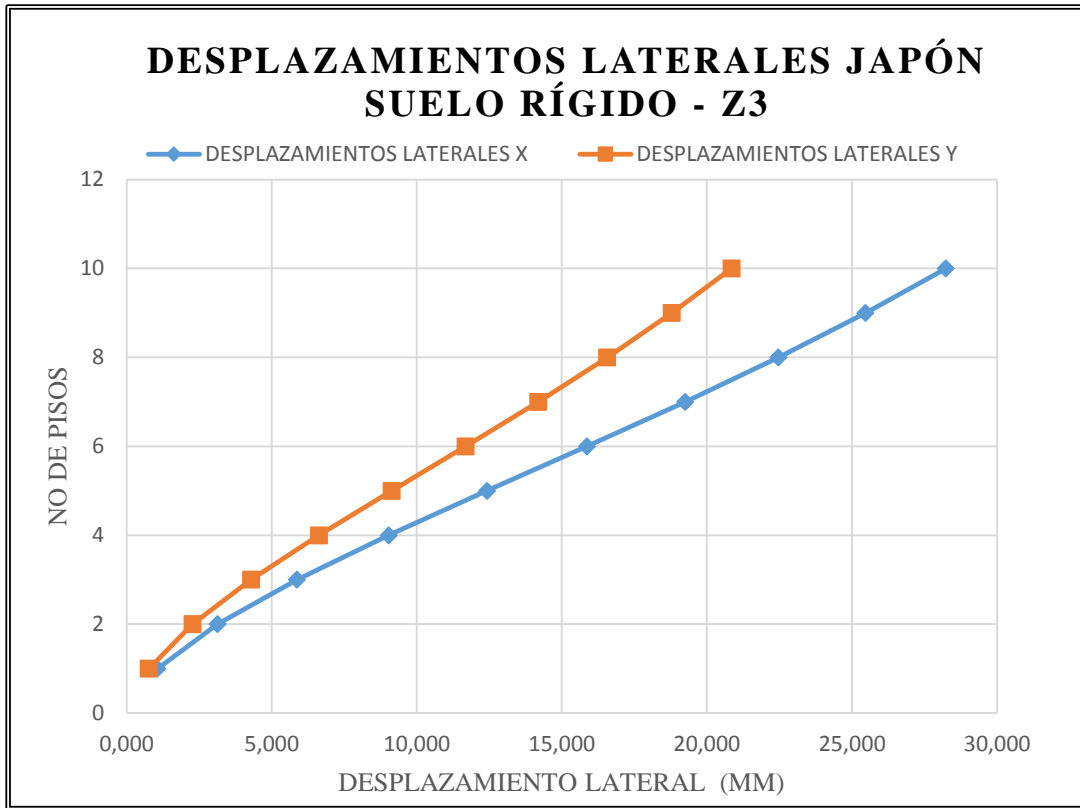


**Tabla 180: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO – Z3 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.766	0.765902	0.000274	0.005	OK
2	2800	2.274	1.508179	0.000539	0.005	OK
3	2800	4.292	2.017705	0.000721	0.005	OK
4	2800	6.632	2.340482	0.000836	0.005	OK
5	2800	9.140	2.508134	0.000896	0.005	OK
6	2800	11.691	2.550285	0.000911	0.005	OK
7	2800	14.187	2.496572	0.000892	0.005	OK
8	2800	16.564	2.376464	0.000849	0.005	OK
9	2800	18.789	2.225697	0.000795	0.005	OK
10	2800	20.855	2.065462	0.000738	0.005	OK

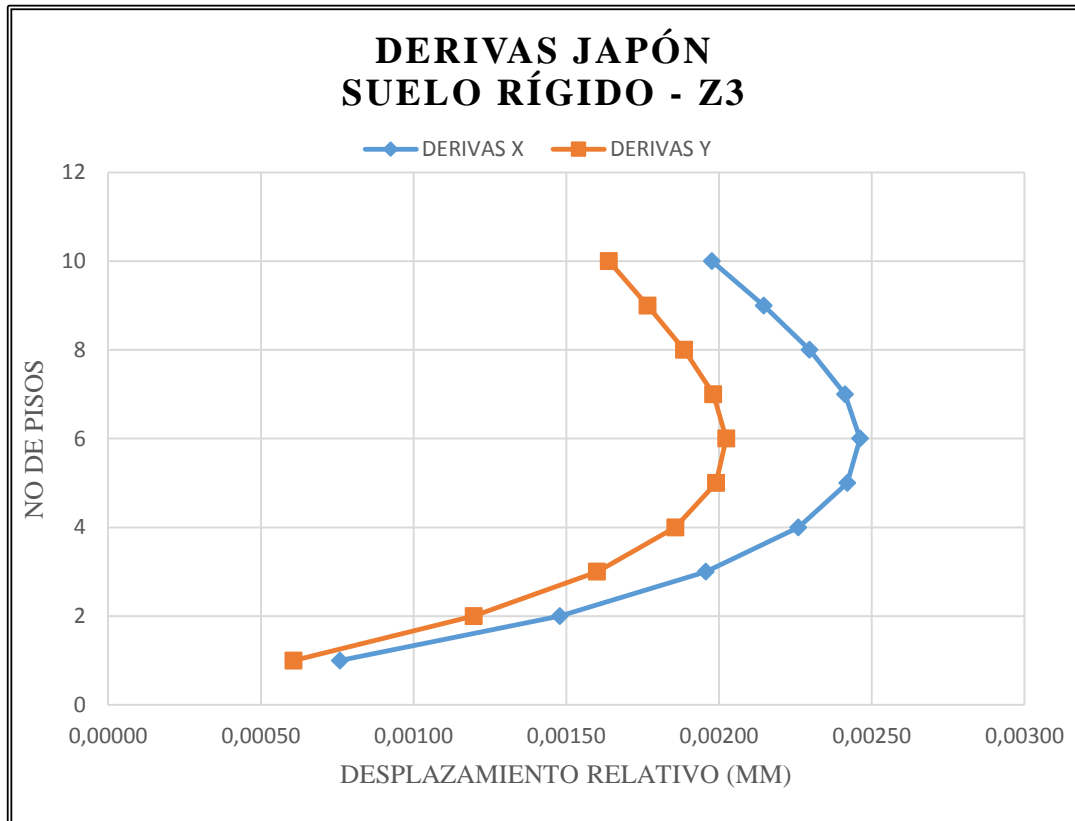
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 107: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo rígido, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 108: Derivas en Japón – Suelo rígido, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 181: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección X-X**

<b>SUELO RÍGIDO – Z4 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.930	0.929684	0.000332	0.005	OK
2	2800	2.742	1.812556	0.000647	0.005	OK
3	2800	5.140	2.397382	0.000856	0.005	OK
4	2800	7.909	2.769088	0.000989	0.005	OK
5	2800	10.874	2.96491	0.001059	0.005	OK
6	2800	13.890	3.016504	0.001077	0.005	OK
7	2800	16.846	2.955929	0.001056	0.005	OK
8	2800	19.660	2.813958	0.001005	0.005	OK
9	2800	22.290	2.630175	0.000939	0.005	OK
10	2800	24.712	2.421959	0.000865	0.005	OK

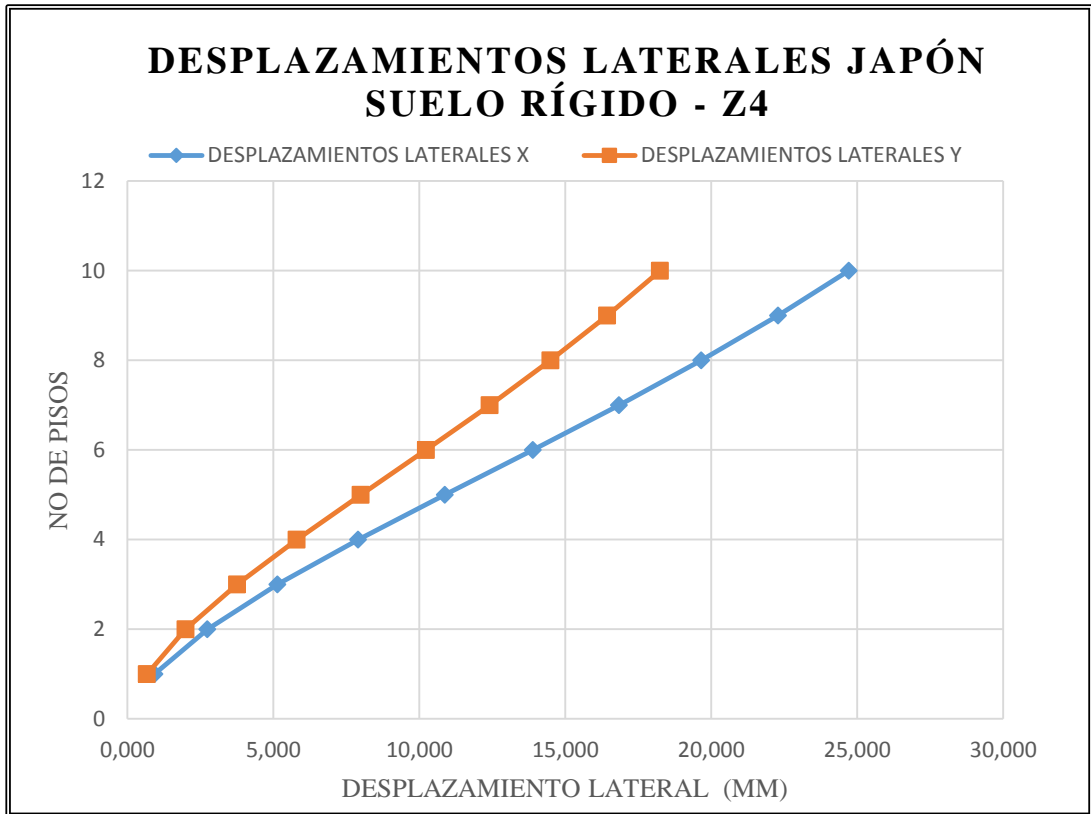
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 182: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo rígido, dirección Y-Y**

<b>SUELO RÍGIDO – Z4 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.670	0.670121	0.000239	0.005	OK
2	2800	1.990	1.319568	0.000471	0.005	OK
3	2800	3.755	1.765374	0.000630	0.005	OK
4	2800	5.803	2.047783	0.000731	0.005	OK
5	2800	7.997	2.194469	0.000784	0.005	OK
6	2800	10.229	2.231347	0.000797	0.005	OK
7	2800	12.413	2.184353	0.000780	0.005	OK
8	2800	14.492	2.079265	0.000743	0.005	OK
9	2800	16.440	1.947354	0.000695	0.005	OK
10	2800	18.247	1.807159	0.000645	0.005	OK

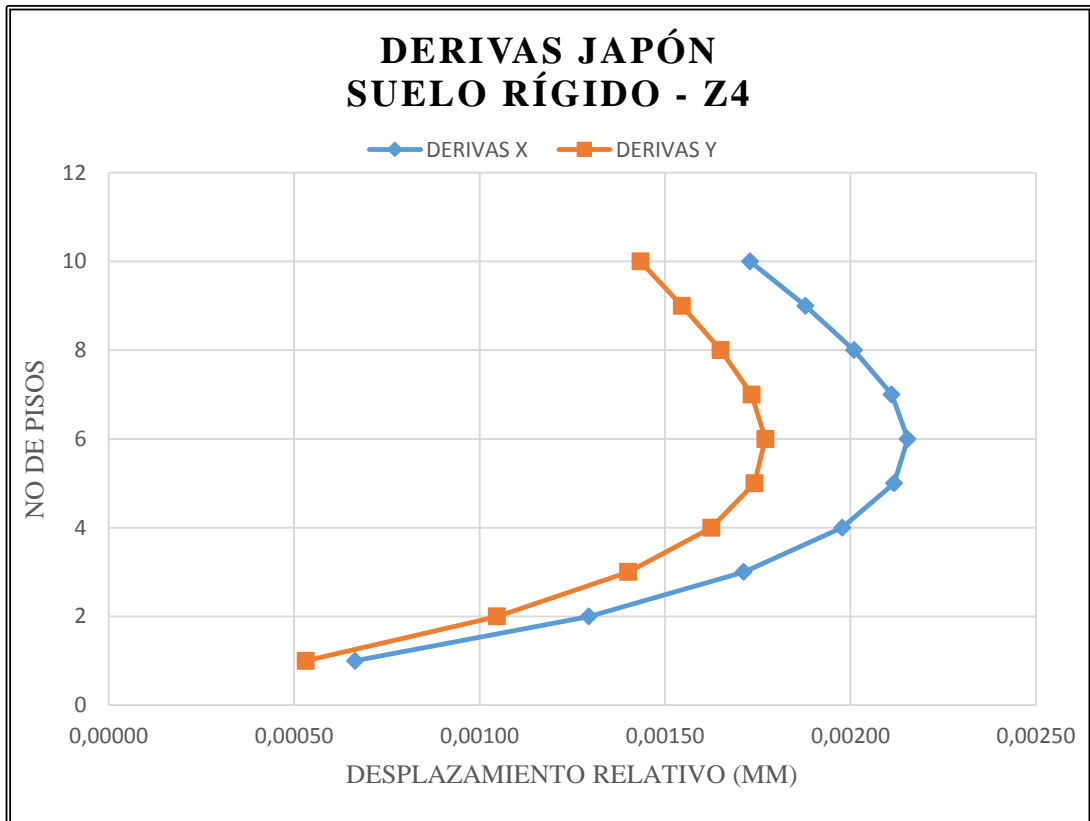
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 109: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo rígido, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 110: Derivas en Japón – Suelo rígido, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 183: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X

SUELO INTERMEDIO – Z1 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN						
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo INTERMEDIO – Z1 – (mm)	$\Delta/h$	1/200 (MAX)	CUMPLE?
1	2800	1.328	1.328179	0.000474	0.005	OK
2	2800	3.918	2.589486	0.000925	0.005	OK
3	2800	7.343	3.424996	0.001223	0.005	OK
4	2800	11.299	3.956033	0.001413	0.005	OK
5	2800	15.534	4.235795	0.001513	0.005	OK
6	2800	19.844	4.309505	0.001539	0.005	OK
7	2800	24.067	4.222963	0.001508	0.005	OK
8	2800	28.087	4.020137	0.001436	0.005	OK
9	2800	31.845	3.757573	0.001342	0.005	OK
10	2800	35.305	3.460107	0.001236	0.005	OK

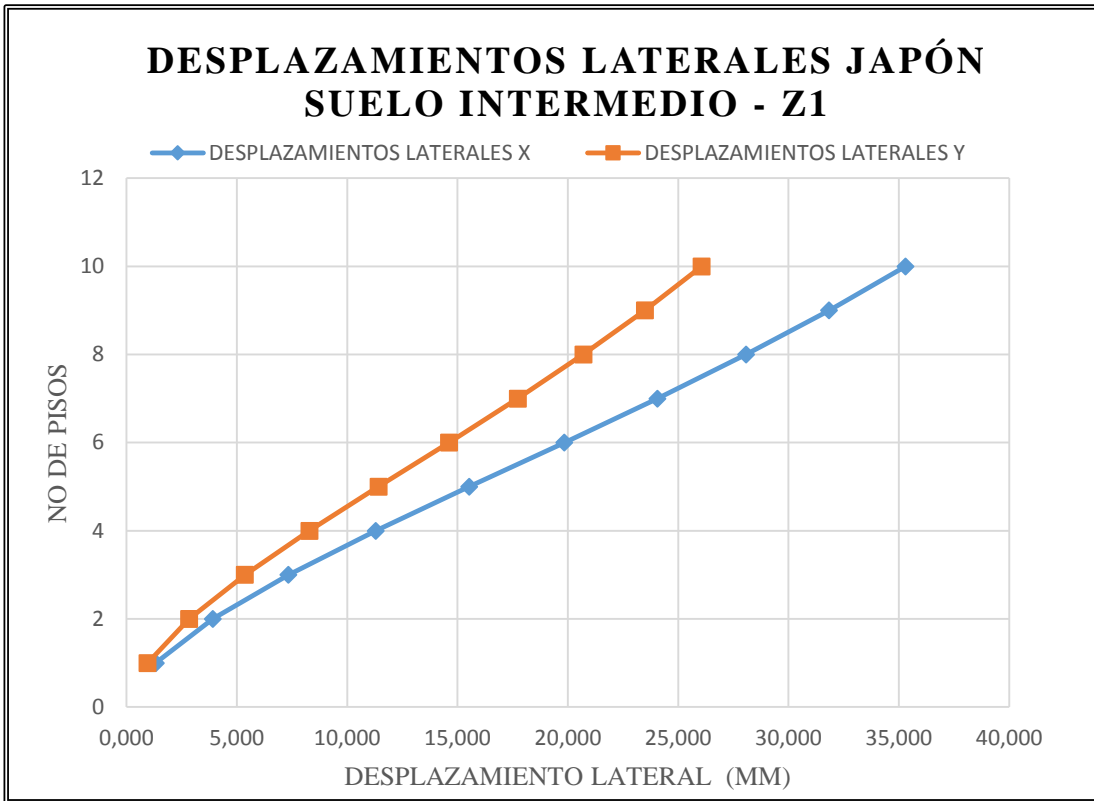
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 184: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z1 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.957	0.957465	0.000342	0.005	OK
2	2800	2.843	1.885399	0.000673	0.005	OK
3	2800	5.365	2.522368	0.000901	0.005	OK
4	2800	8.291	2.92588	0.001045	0.005	OK
5	2800	11.427	3.135465	0.001120	0.005	OK
6	2800	14.615	3.188159	0.001139	0.005	OK
7	2800	17.736	3.121011	0.001115	0.005	OK
8	2800	20.707	2.970861	0.001061	0.005	OK
9	2800	23.489	2.782383	0.000994	0.005	OK
10	2800	26.071	2.58207	0.000922	0.005	OK

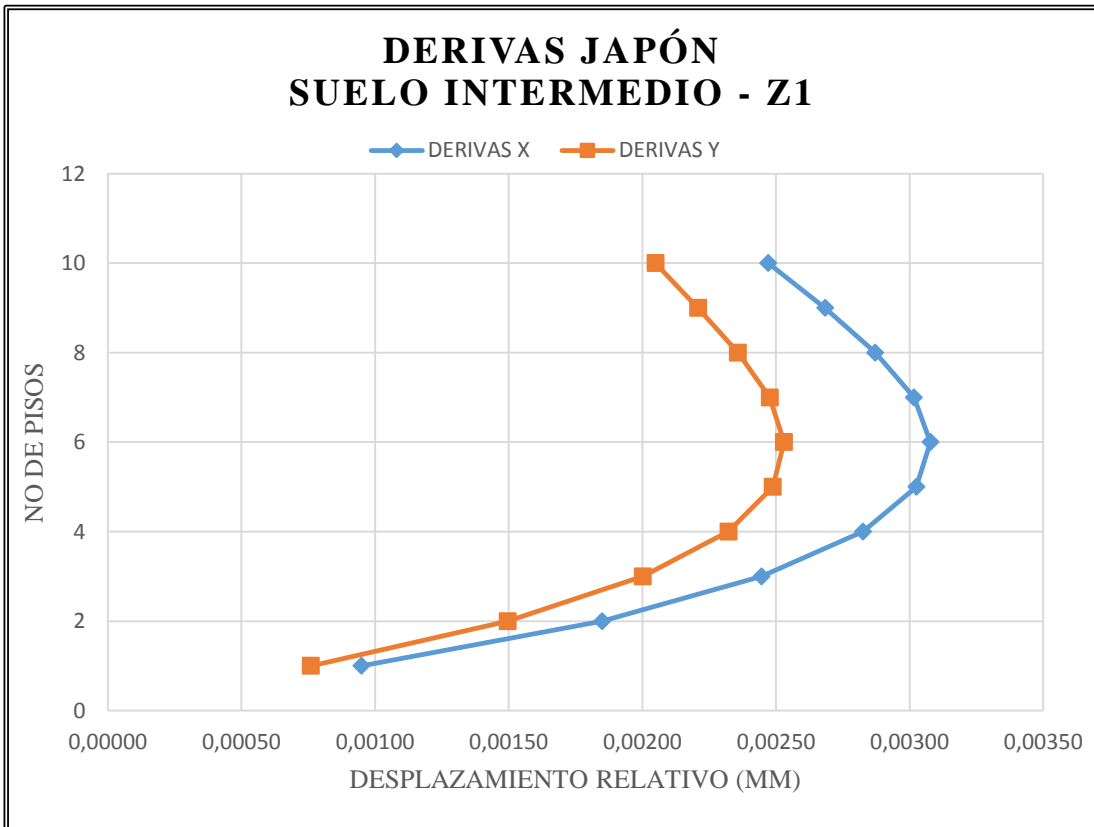
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 111: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo intermedio, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 112: Derivas en Japón – Suelo intermedio, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 185: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z2 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.195	1.195495	0.000427	0.005	OK
2	2800	3.526	2.3308	0.000832	0.005	OK
3	2800	6.609	3.082846	0.001101	0.005	OK
4	2800	10.170	3.560833	0.001272	0.005	OK
5	2800	13.983	3.812648	0.001362	0.005	OK
6	2800	17.862	3.878994	0.001385	0.005	OK
7	2800	21.663	3.801099	0.001358	0.005	OK
8	2800	25.281	3.618533	0.001292	0.005	OK
9	2800	28.663	3.382198	0.001208	0.005	OK
10	2800	31.778	3.114448	0.001112	0.005	OK

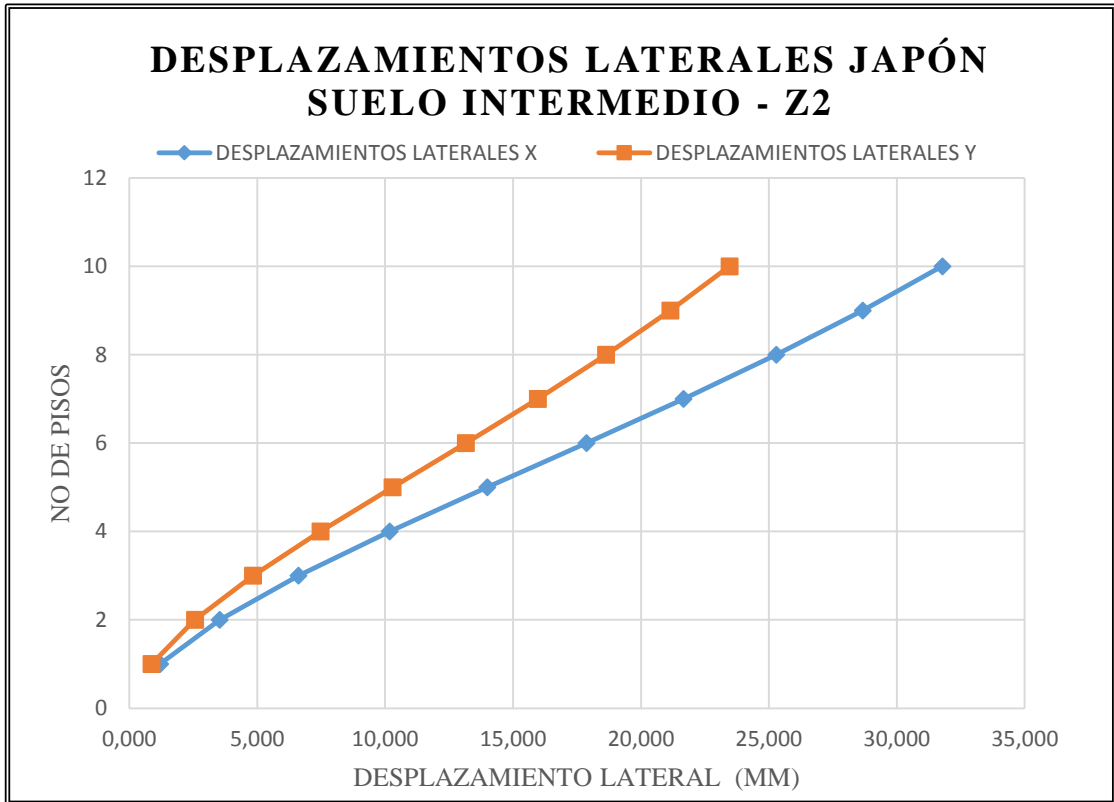
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 186: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z2 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.862	0.861684	0.000308	0.005	OK
2	2800	2.558	1.696789	0.000606	0.005	OK
3	2800	4.829	2.270036	0.000811	0.005	OK
4	2800	7.462	2.633181	0.000940	0.005	OK
5	2800	10.283	2.8218	0.001008	0.005	OK
6	2800	13.153	2.869221	0.001025	0.005	OK
7	2800	15.962	2.808792	0.001003	0.005	OK
8	2800	18.635	2.673662	0.000955	0.005	OK
9	2800	21.139	2.50404	0.000894	0.005	OK
10	2800	23.463	2.323767	0.000830	0.005	OK

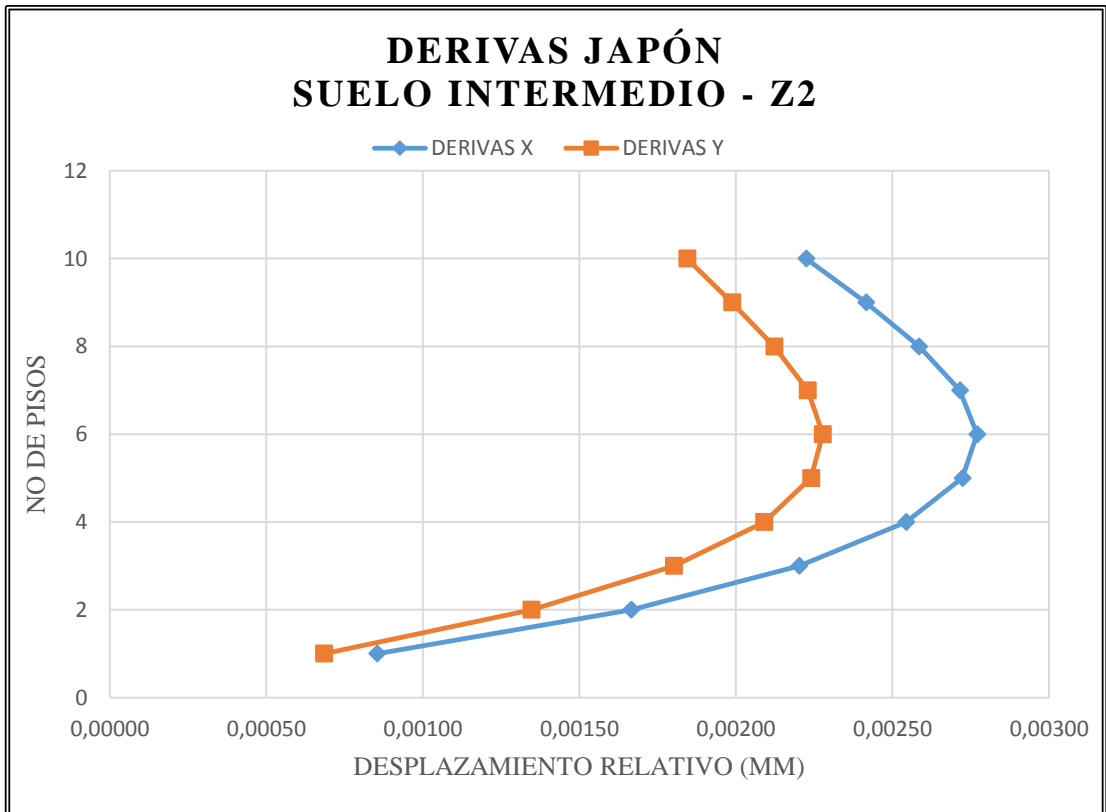
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 113: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo intermedio, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 114: Derivas en Japón – Suelo intermedio, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 187: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X

SUELO INTERMEDIO – Z3 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN						
Piso	Altura Piso (mm)	$\Delta$ Elástico (mm)	$\Delta$ Elástico Relativo (mm)	$\Delta/h$	1/200 (MAX)	CUMPLE?
1	2800	1.062	1.062367	0.000379	0.005	OK
2	2800	3.134	2.071241	0.000740	0.005	OK
3	2800	5.873	2.739533	0.000978	0.005	OK
4	2800	9.037	3.164288	0.001130	0.005	OK
5	2800	12.425	3.388057	0.001210	0.005	OK
6	2800	15.873	3.447015	0.001231	0.005	OK
7	2800	19.250	3.377794	0.001206	0.005	OK
8	2800	22.466	3.215563	0.001148	0.005	OK
9	2800	25.471	3.005549	0.001073	0.005	OK
10	2800	28.239	2.767617	0.000988	0.005	OK

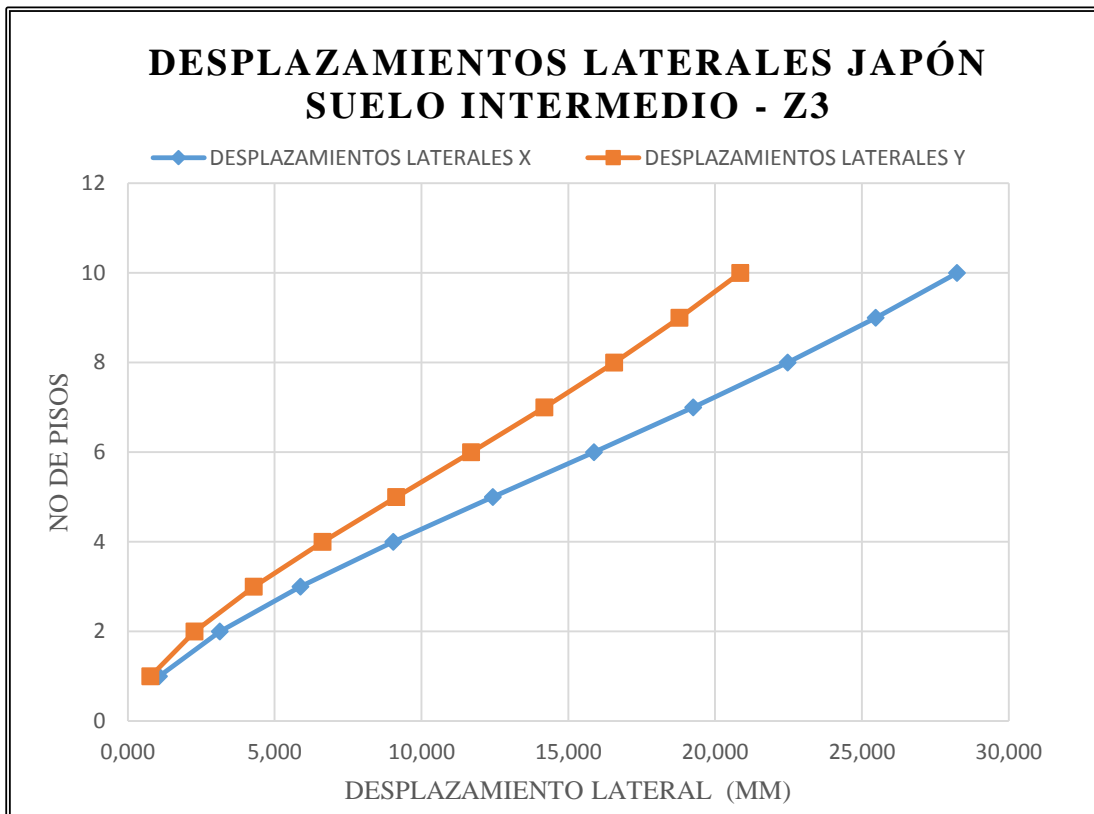
Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 188: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z3 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.766	0.765902	0.000274	0.005	OK
2	2800	2.274	1.508179	0.000539	0.005	OK
3	2800	4.292	2.017705	0.000721	0.005	OK
4	2800	6.632	2.340482	0.000836	0.005	OK
5	2800	9.140	2.508134	0.000896	0.005	OK
6	2800	11.691	2.550285	0.000911	0.005	OK
7	2800	14.187	2.496572	0.000892	0.005	OK
8	2800	16.564	2.376464	0.000849	0.005	OK
9	2800	18.789	2.225697	0.000795	0.005	OK
10	2800	20.855	2.065462	0.000738	0.005	OK

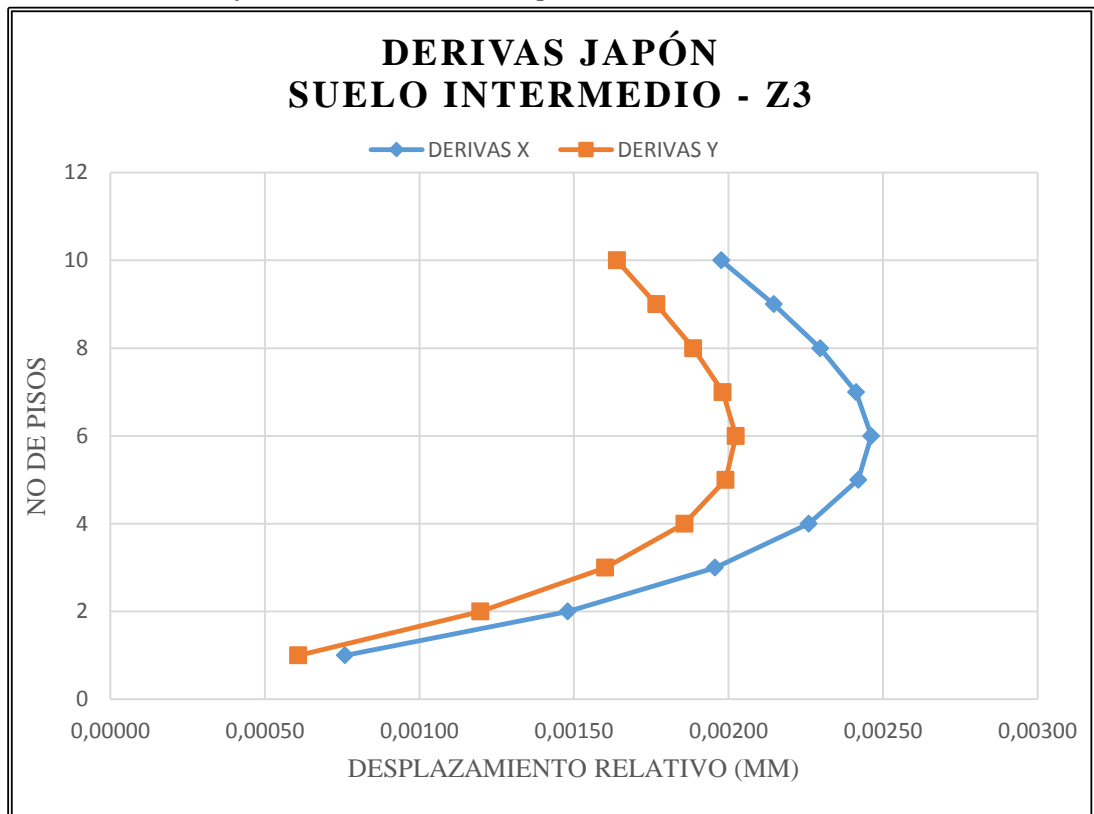
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 115: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo intermedio, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 116: Derivas en Japón – Suelo intermedio, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 189: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección X-X**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z4 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.930	0.929684	0.000332	0.005	OK
2	2800	2.742	1.812556	0.000647	0.005	OK
3	2800	5.140	2.397382	0.000856	0.005	OK
4	2800	7.909	2.769088	0.000989	0.005	OK
5	2800	10.874	2.96491	0.001059	0.005	OK
6	2800	13.890	3.016504	0.001077	0.005	OK
7	2800	16.846	2.955929	0.001056	0.005	OK
8	2800	19.660	2.813958	0.001005	0.005	OK
9	2800	22.290	2.630175	0.000939	0.005	OK
10	2800	24.712	2.421959	0.000865	0.005	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

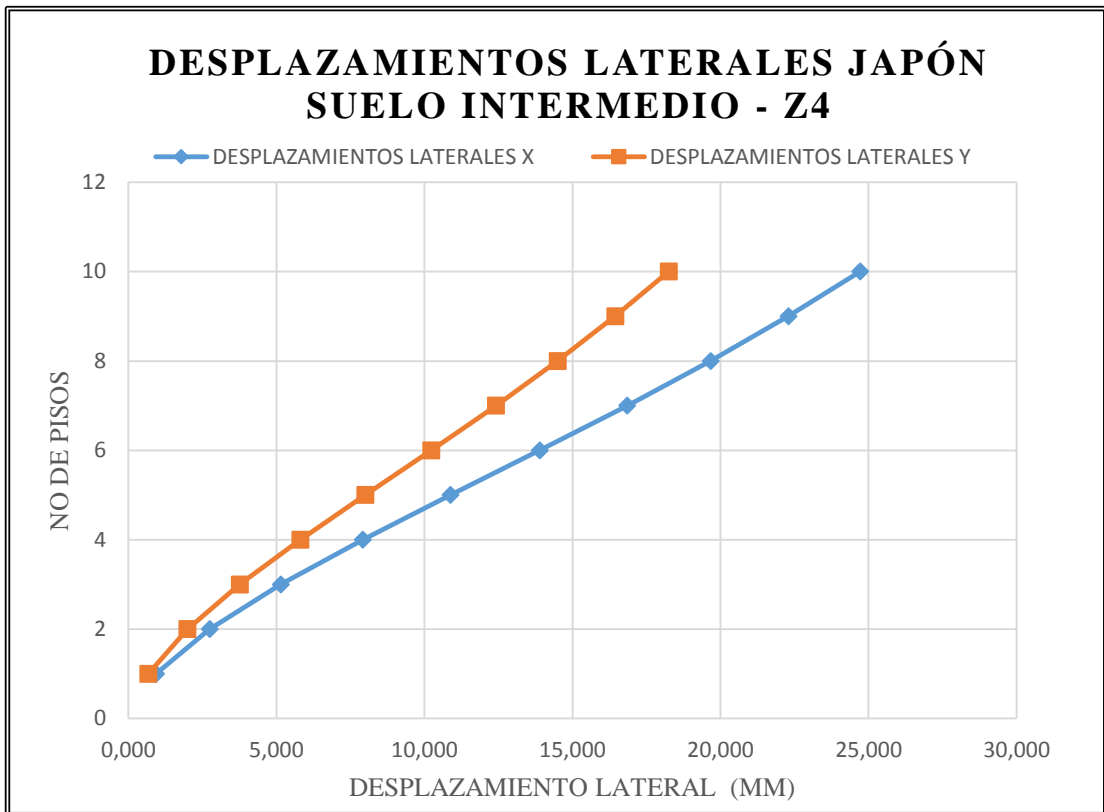
**Tabla 190: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo intermedio, dirección Y-Y**

<b>SUELO INTERMEDIO – Z4 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.670	0.670121	0.000239	0.005	OK
2	2800	1.990	1.319568	0.000471	0.005	OK
3	2800	3.755	1.765374	0.000630	0.005	OK
4	2800	5.803	2.047783	0.000731	0.005	OK
5	2800	7.997	2.194469	0.000784	0.005	OK
6	2800	10.229	2.231347	0.000797	0.005	OK
7	2800	12.413	2.184353	0.000780	0.005	OK
8	2800	14.492	2.079265	0.000743	0.005	OK
9	2800	16.440	1.947354	0.000695	0.005	OK
10	2800	18.247	1.807159	0.000645	0.005	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

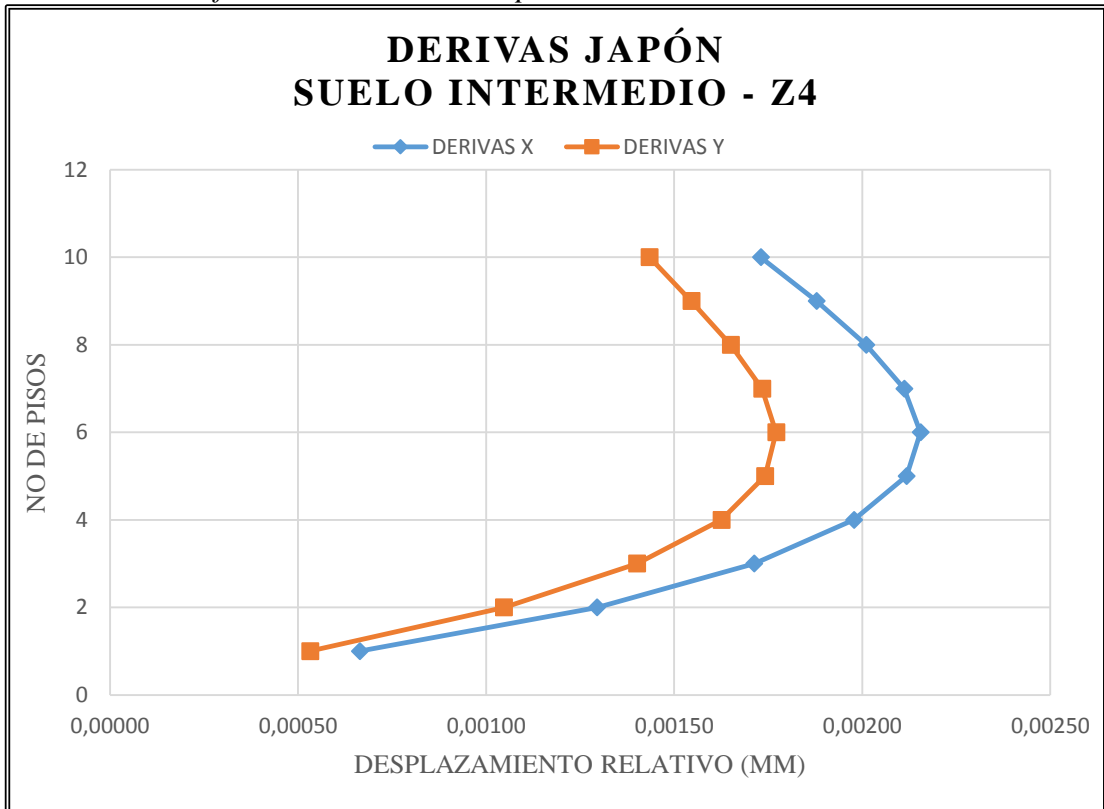


Gráfico 117: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo intermedio, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 118: Derivas en Japón – Suelo intermedio, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 191: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO – Z1 – RÍGIDO DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.328	1.328179	0.000474	0.005	OK
2	2800	3.918	2.589486	0.000925	0.005	OK
3	2800	7.343	3.424996	0.001223	0.005	OK
4	2800	11.299	3.956033	0.001413	0.005	OK
5	2800	15.534	4.235795	0.001513	0.005	OK
6	2800	19.844	4.309505	0.001539	0.005	OK
7	2800	24.067	4.222963	0.001508	0.005	OK
8	2800	28.087	4.020137	0.001436	0.005	OK
9	2800	31.845	3.757573	0.001342	0.005	OK
10	2800	35.305	3.460107	0.001236	0.005	OK

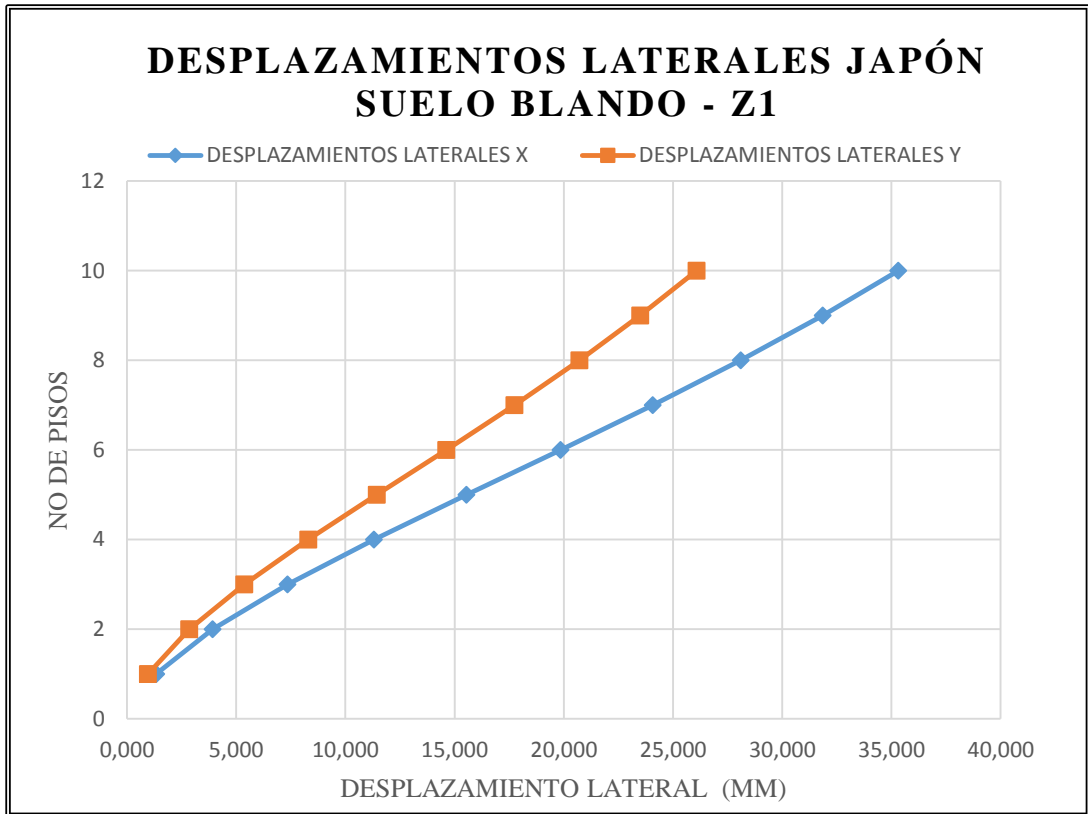
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 192: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 1 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO – Z1 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.957	0.957465	0.000342	0.005	OK
2	2800	2.843	1.885399	0.000673	0.005	OK
3	2800	5.365	2.522368	0.000901	0.005	OK
4	2800	8.291	2.92588	0.001045	0.005	OK
5	2800	11.427	3.135465	0.001120	0.005	OK
6	2800	14.615	3.188159	0.001139	0.005	OK
7	2800	17.736	3.121011	0.001115	0.005	OK
8	2800	20.707	2.970861	0.001061	0.005	OK
9	2800	23.489	2.782383	0.000994	0.005	OK
10	2800	26.071	2.58207	0.000922	0.005	OK

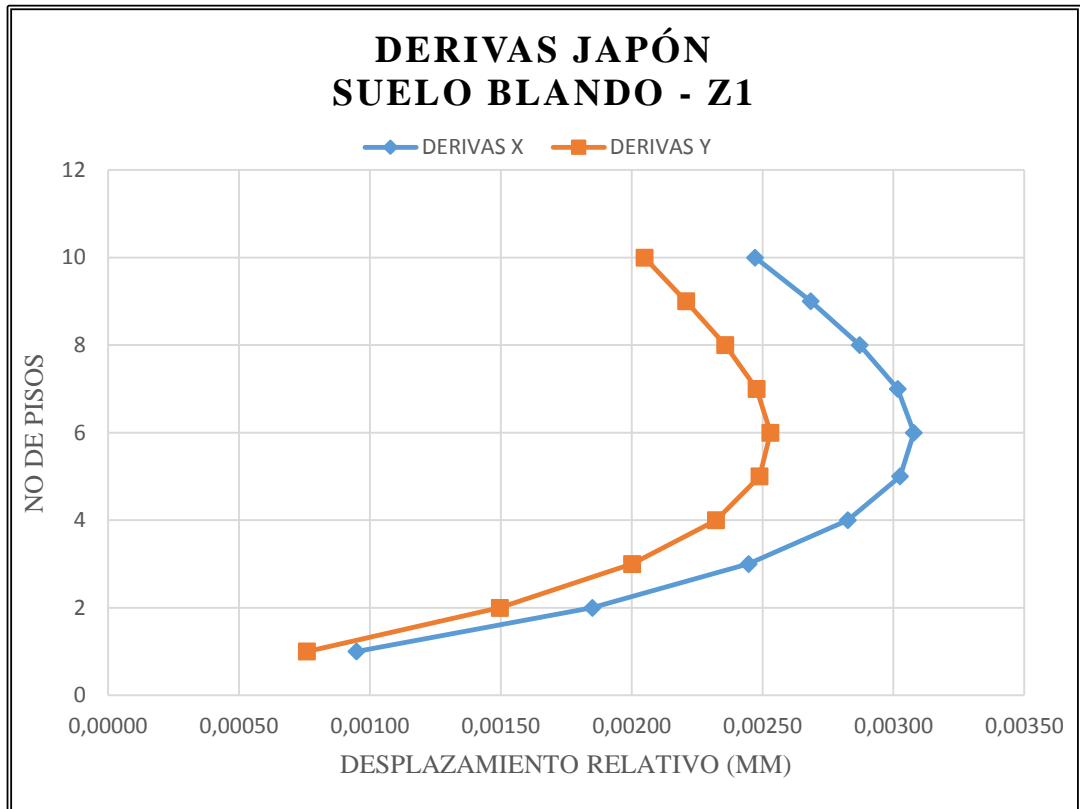
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 119: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo blando, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 120: Derivas en Japón – Suelo blando, zona 1



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 193: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO – Z2 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.195	1.195495	0.000427	0.005	OK
2	2800	3.526	2.3308	0.000832	0.005	OK
3	2800	6.609	3.082846	0.001101	0.005	OK
4	2800	10.170	3.560833	0.001272	0.005	OK
5	2800	13.983	3.812648	0.001362	0.005	OK
6	2800	17.862	3.878994	0.001385	0.005	OK
7	2800	21.663	3.801099	0.001358	0.005	OK
8	2800	25.281	3.618533	0.001292	0.005	OK
9	2800	28.663	3.382198	0.001208	0.005	OK
10	2800	31.778	3.114448	0.001112	0.005	OK

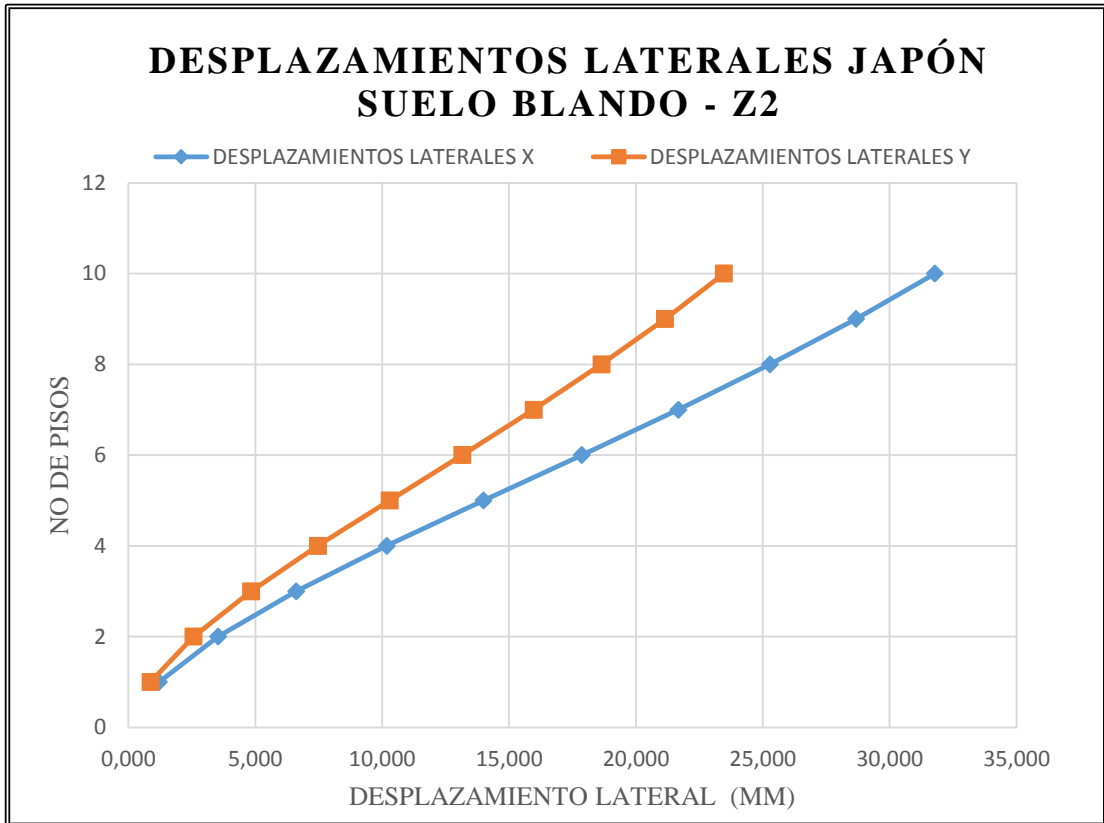
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 194: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 2 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO – Z2 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.862	0.861684	0.000308	0.005	OK
2	2800	2.558	1.696789	0.000606	0.005	OK
3	2800	4.829	2.270036	0.000811	0.005	OK
4	2800	7.462	2.633181	0.000940	0.005	OK
5	2800	10.283	2.8218	0.001008	0.005	OK
6	2800	13.153	2.869221	0.001025	0.005	OK
7	2800	15.962	2.808792	0.001003	0.005	OK
8	2800	18.635	2.673662	0.000955	0.005	OK
9	2800	21.139	2.50404	0.000894	0.005	OK
10	2800	23.463	2.323767	0.000830	0.005	OK

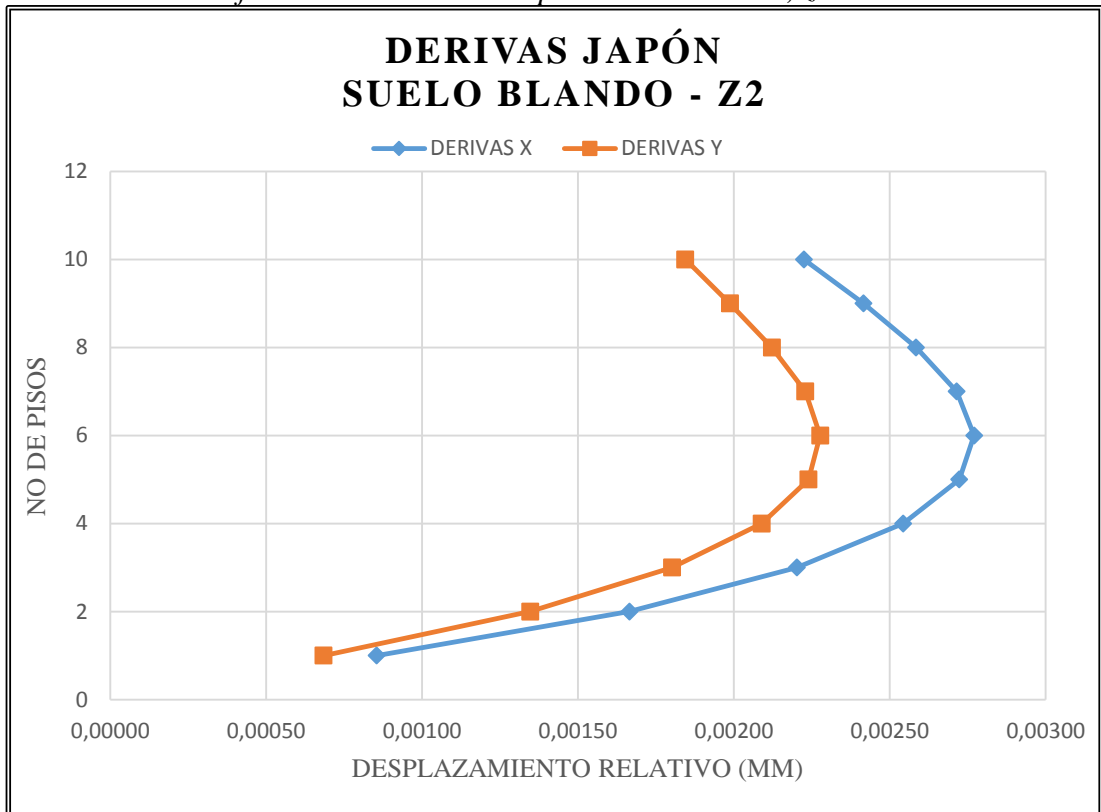
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 121: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo blando, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 122: Derivas en Japón – Suelo blando, zona 2



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 195: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO – Z3 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	1.062	1.062367	0.000379	0.005	OK
2	2800	3.134	2.071241	0.000740	0.005	OK
3	2800	5.873	2.739533	0.000978	0.005	OK
4	2800	9.037	3.164288	0.001130	0.005	OK
5	2800	12.425	3.388057	0.001210	0.005	OK
6	2800	15.873	3.447015	0.001231	0.005	OK
7	2800	19.250	3.377794	0.001206	0.005	OK
8	2800	22.466	3.215563	0.001148	0.005	OK
9	2800	25.471	3.005549	0.001073	0.005	OK
10	2800	28.239	2.767617	0.000988	0.005	OK

*Fuente: Elaboración Propia*

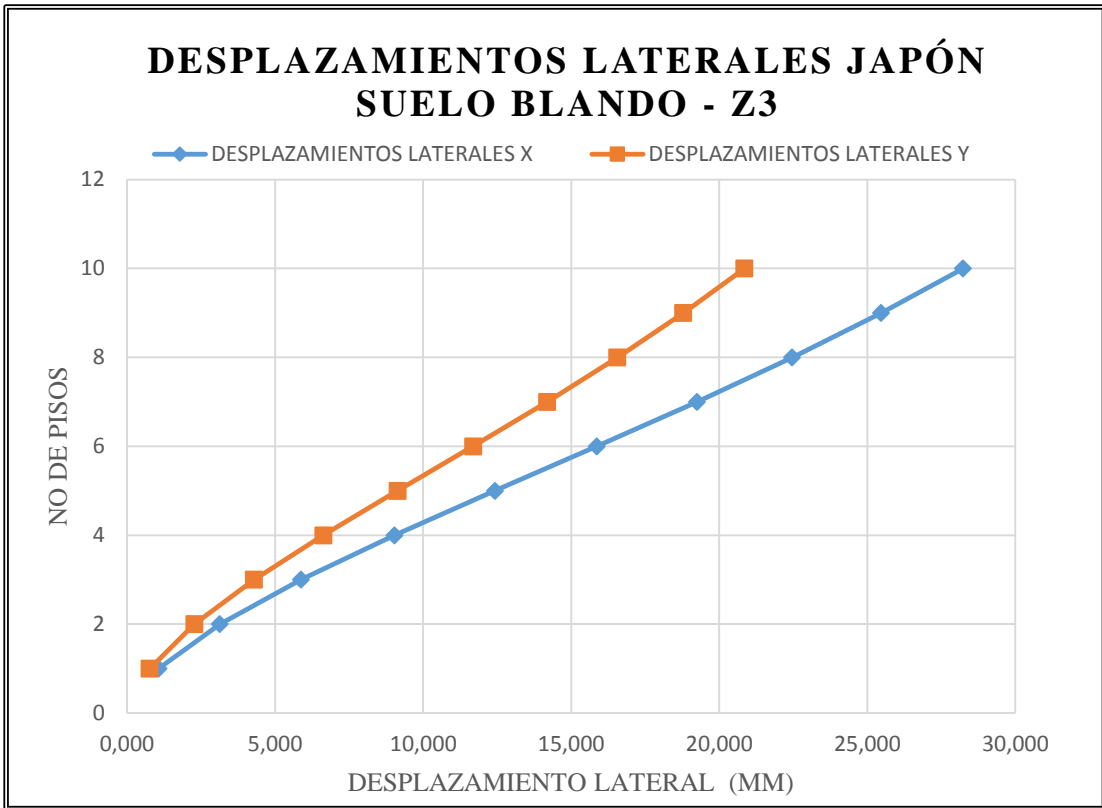


**Tabla 196: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 3 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO – Z3 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.766	0.765902	0.000274	0.005	OK
2	2800	2.274	1.508179	0.000539	0.005	OK
3	2800	4.292	2.017705	0.000721	0.005	OK
4	2800	6.632	2.340482	0.000836	0.005	OK
5	2800	9.140	2.508134	0.000896	0.005	OK
6	2800	11.691	2.550285	0.000911	0.005	OK
7	2800	14.187	2.496572	0.000892	0.005	OK
8	2800	16.564	2.376464	0.000849	0.005	OK
9	2800	18.789	2.225697	0.000795	0.005	OK
10	2800	20.855	2.065462	0.000738	0.005	OK

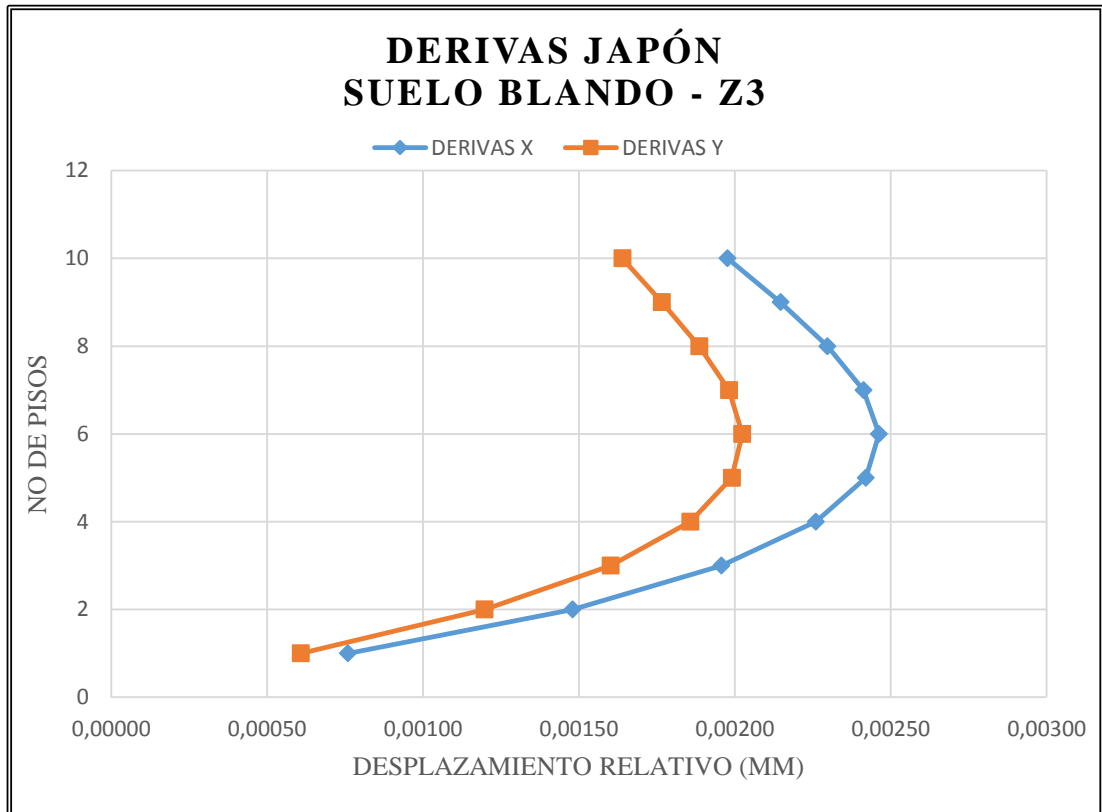
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 123: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo blando, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 124: Derivas en Japón – Suelo blando, zona 3



Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 197: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección X-X**

<b>SUELO BLANDO – Z4 – DIRECCIÓN X-X JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.930	0.929684	0.000332	0.005	OK
2	2800	2.742	1.812556	0.000647	0.005	OK
3	2800	5.140	2.397382	0.000856	0.005	OK
4	2800	7.909	2.769088	0.000989	0.005	OK
5	2800	10.874	2.96491	0.001059	0.005	OK
6	2800	13.890	3.016504	0.001077	0.005	OK
7	2800	16.846	2.955929	0.001056	0.005	OK
8	2800	19.660	2.813958	0.001005	0.005	OK
9	2800	22.290	2.630175	0.000939	0.005	OK
10	2800	24.712	2.421959	0.000865	0.005	OK

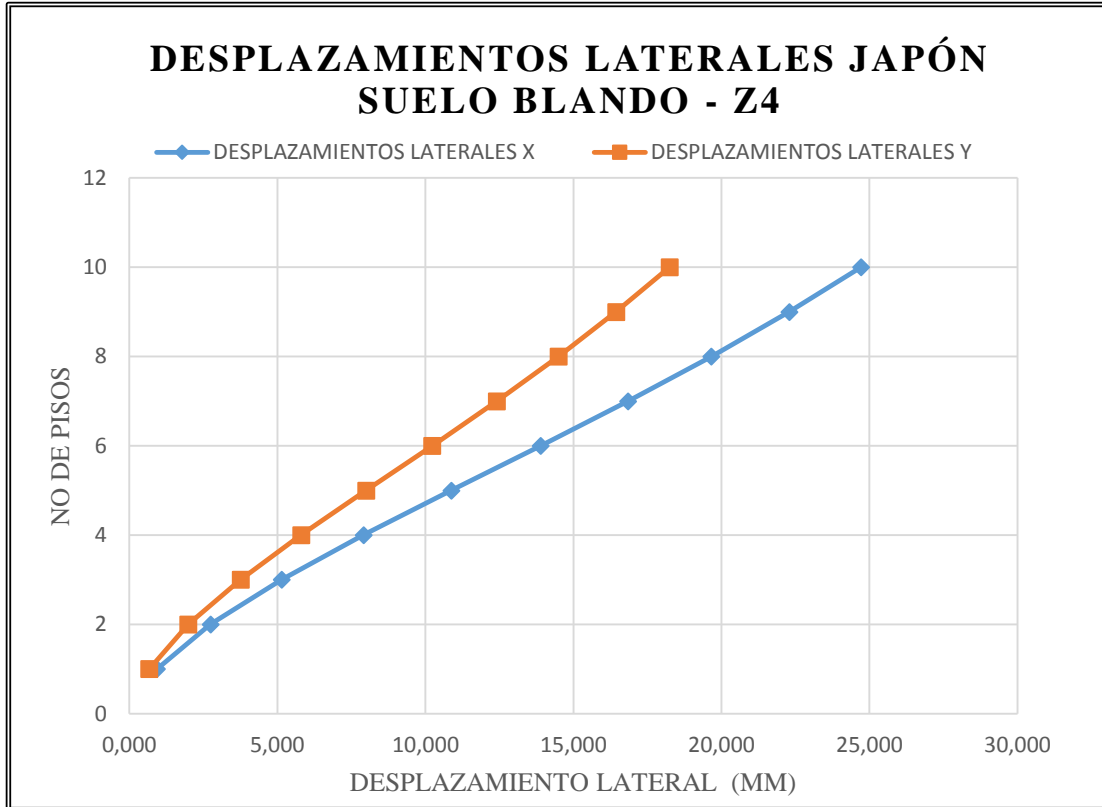
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 198: Control de desplazamientos laterales en Japón, para tipo de zona 4 y tipo de suelo blando, dirección Y-Y**

<b>SUELO BLANDO – Z4 – DIRECCIÓN Y-Y JAPÓN</b>						
<b>Piso</b>	<b>Altura Piso (mm)</b>	<b><math>\Delta</math> Elástico (mm)</b>	<b><math>\Delta</math>Elástico Relativo (mm)</b>	<b><math>\Delta/h</math></b>	<b>1/200 (MAX)</b>	<b>CUMPLE?</b>
1	2800	0.670	0.670121	0.000239	0.005	OK
2	2800	1.990	1.319568	0.000471	0.005	OK
3	2800	3.755	1.765374	0.000630	0.005	OK
4	2800	5.803	2.047783	0.000731	0.005	OK
5	2800	7.997	2.194469	0.000784	0.005	OK
6	2800	10.229	2.231347	0.000797	0.005	OK
7	2800	12.413	2.184353	0.000780	0.005	OK
8	2800	14.492	2.079265	0.000743	0.005	OK
9	2800	16.440	1.947354	0.000695	0.005	OK
10	2800	18.247	1.807159	0.000645	0.005	OK

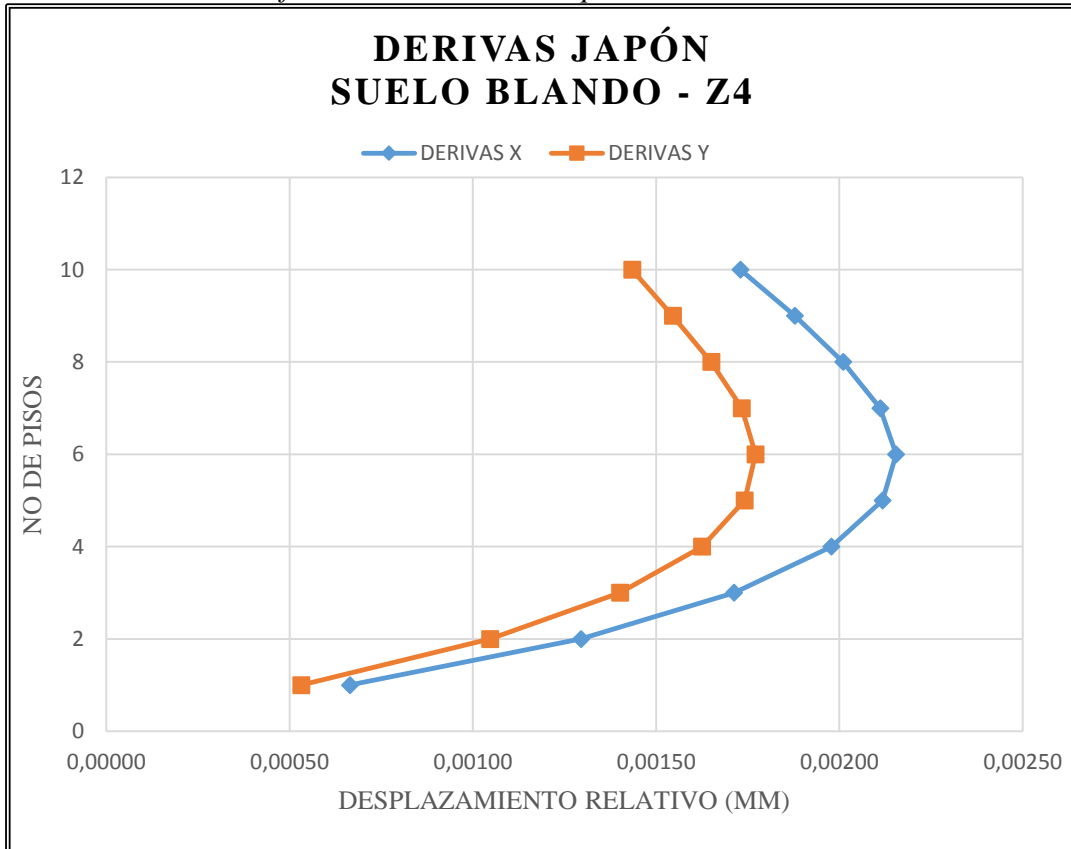
*Fuente: Elaboración Propia*

Gráfico 125: Desplazamientos laterales en Japón – Suelo blando, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 126: Derivas en Japón – Suelo blando, zona 4



Fuente: Elaboración Propia.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

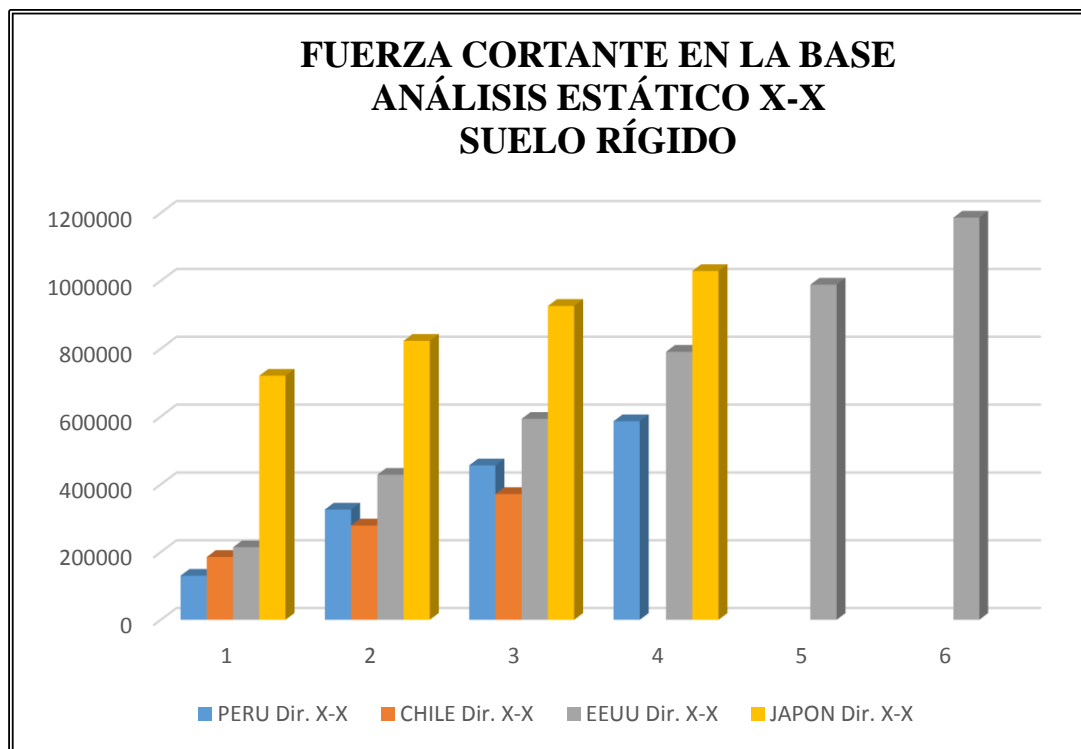
#### 4.1 RESULTADOS

##### 4.1.1 Fuerza cortante en la base

##### 4.1.1.1 Fuerza cortante en la base – Análisis estático

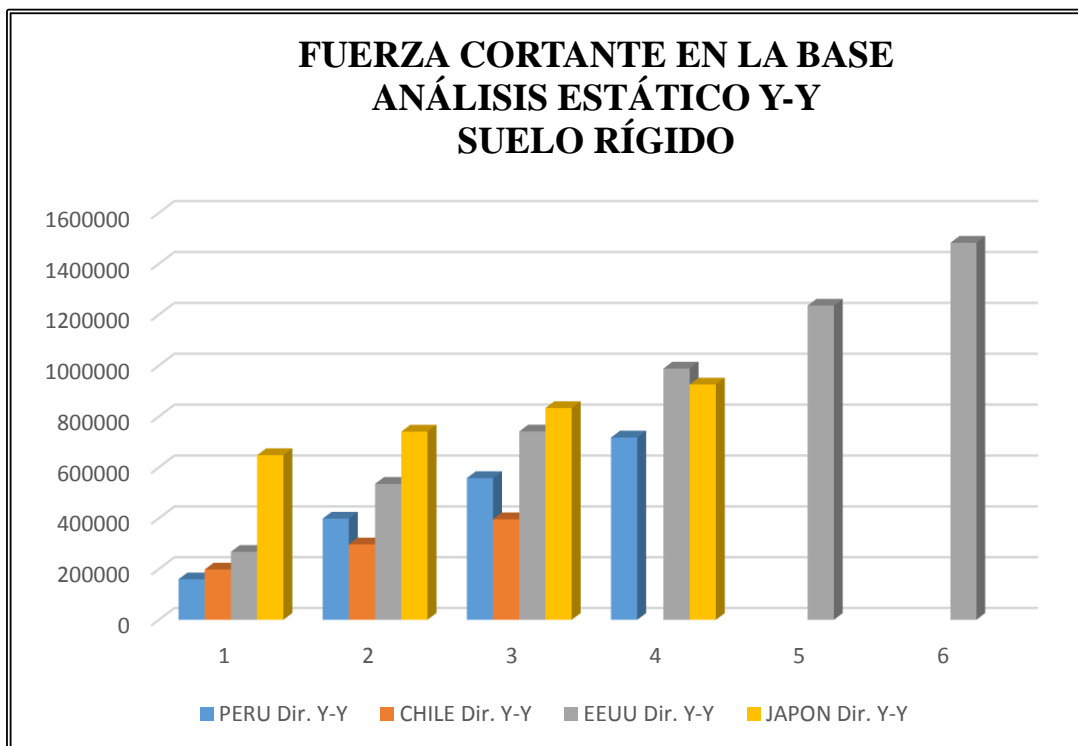
Se obtuvo los resultados para la fuerza cortante en la base, en las direcciones ortogonales X-X y Y-Y, para un tipo de suelo rígido, representados en los siguientes diagramas de barras, para el análisis estático.

Gráfico 127: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo rígido, dirección X-X



Fuente: Elaboración Propia.

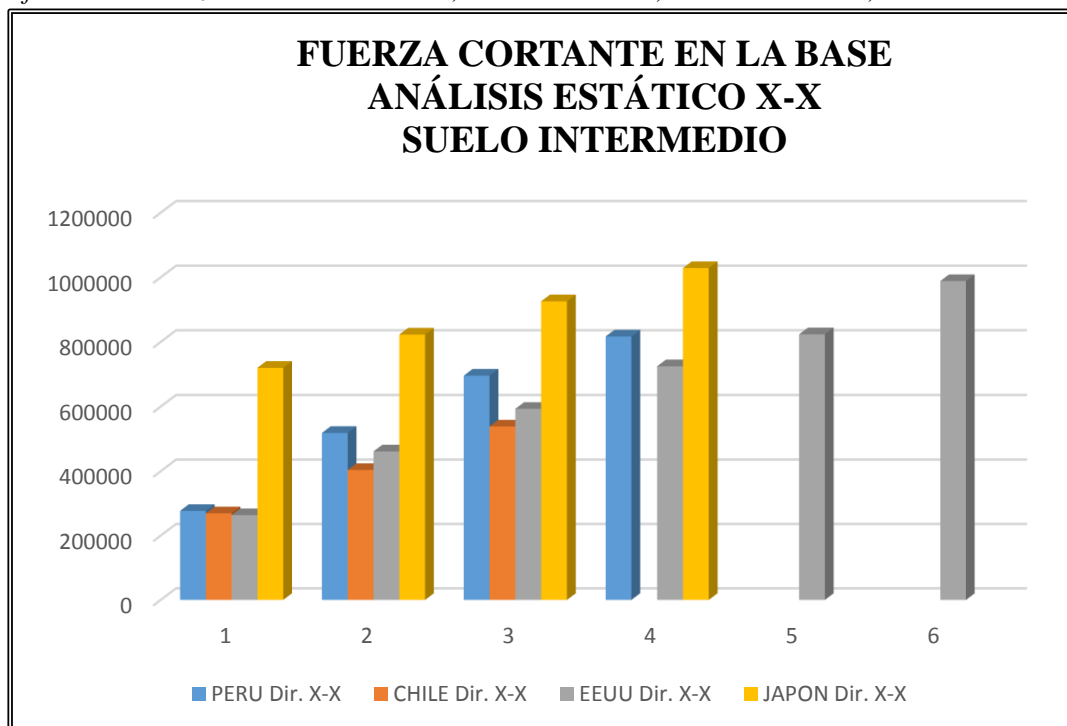
Gráfico 128: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo rígido, dirección Y-Y



Fuente: Elaboración Propia.

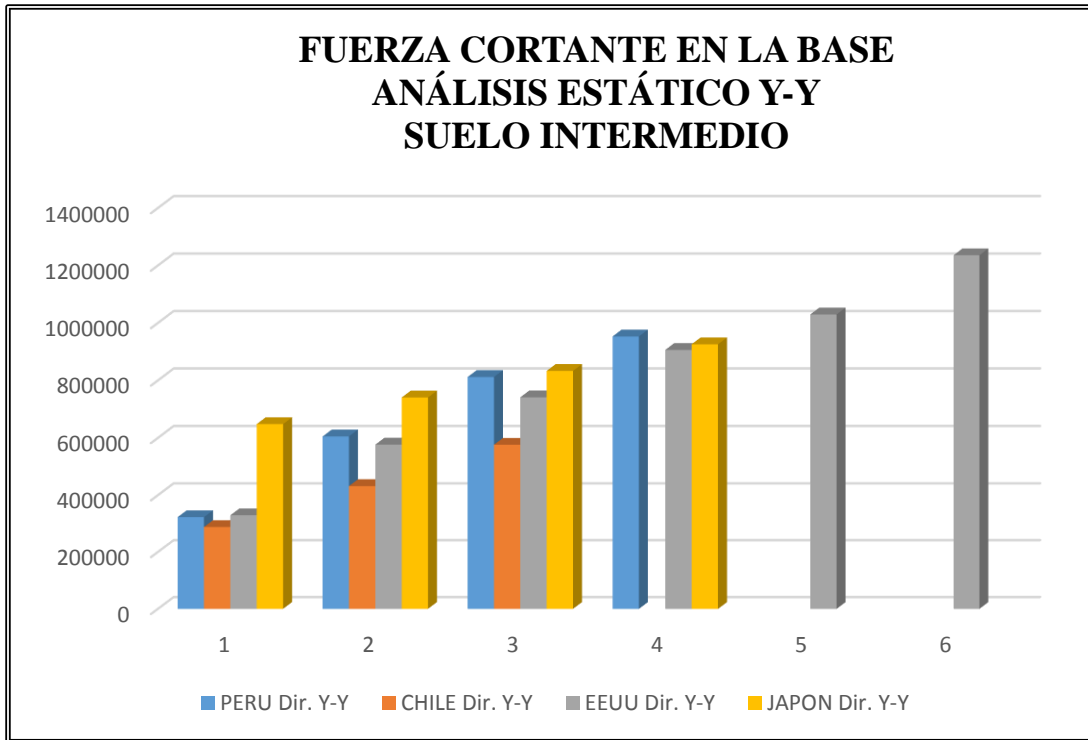
Se obtuvo los resultados para la fuerza cortante en la base, con un análisis estático, en las direcciones ortogonales X-X y Y-Y, para un tipo de suelo intermedio.

Gráfico 129: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo intermedio, dirección X-X.



Fuente: Elaboración Propia.

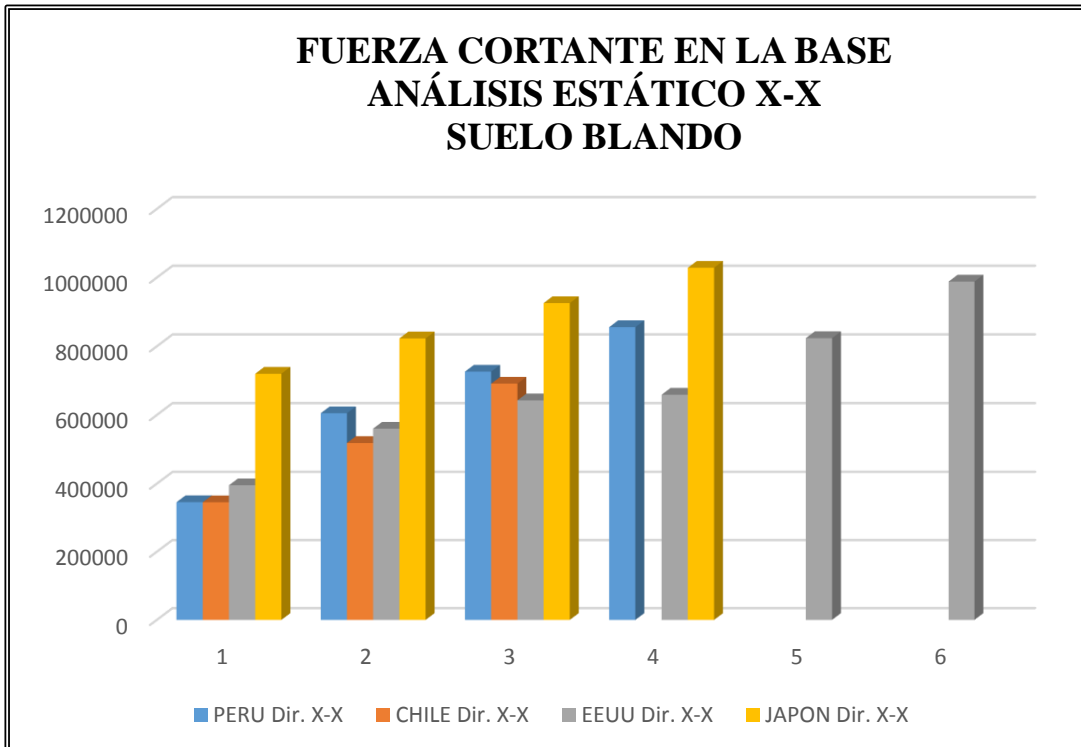
Gráfico 130: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo intermedio, dirección Y-Y.



Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo los resultados para la fuerza cortante en la base, con un análisis estático, en las direcciones ortogonales X-X y Y-Y, para un tipo de suelo blando.

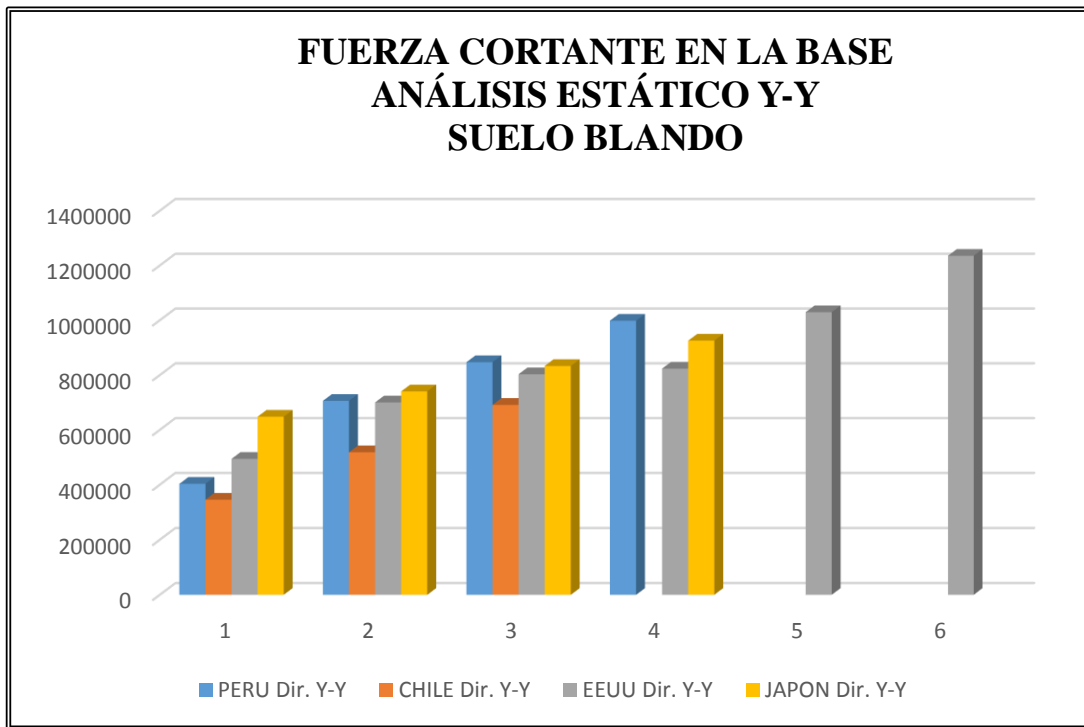
Gráfico 131: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo blando, dirección X-X.



Fuente: Elaboración Propia.



Gráfico 132: Fuerza cortante en la base, análisis estático, suelo blando, dirección Y-Y.

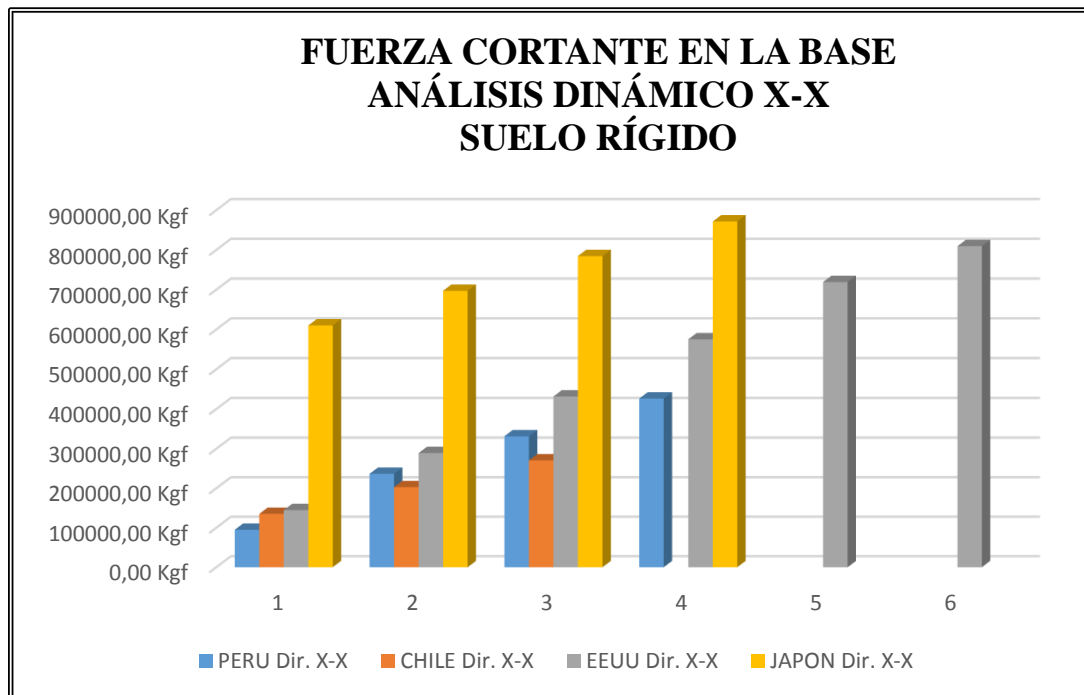


Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.1.1.2 Fuerza cortante en la base – Análisis dinámico

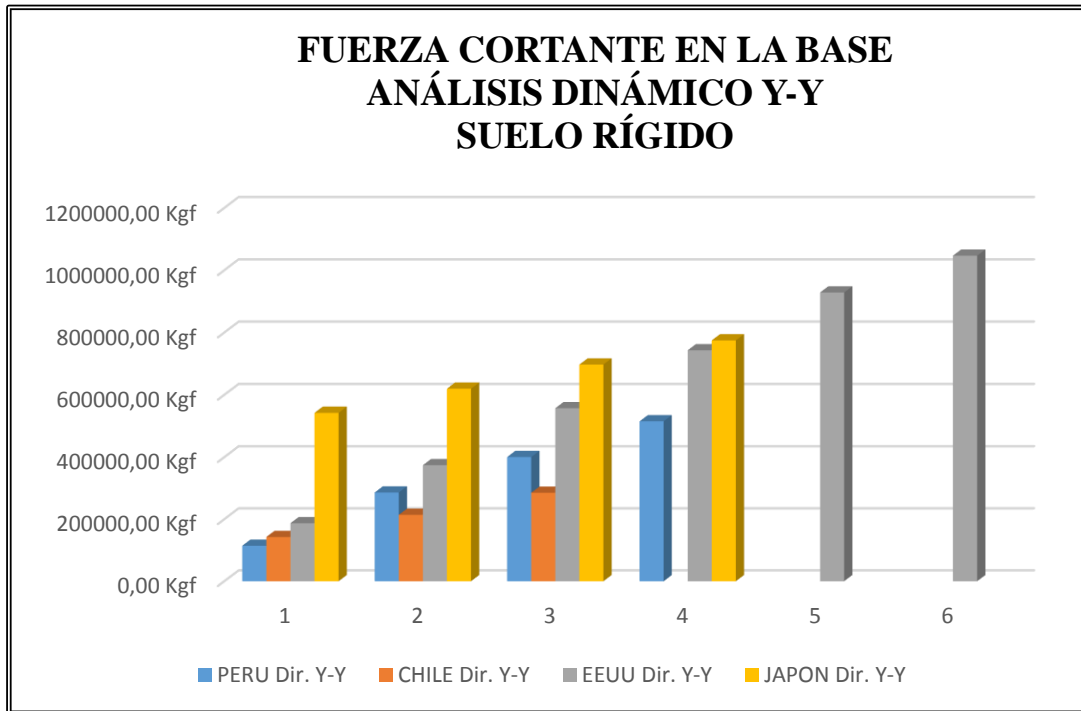
Se obtuvo los resultados para la fuerza cortante en la base, con un análisis dinámico, en las direcciones ortogonales X-X y Y-Y, para un tipo de suelo rígido.

Gráfico 133: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo rígido, dirección X-X.



Fuente: Elaboración Propia.

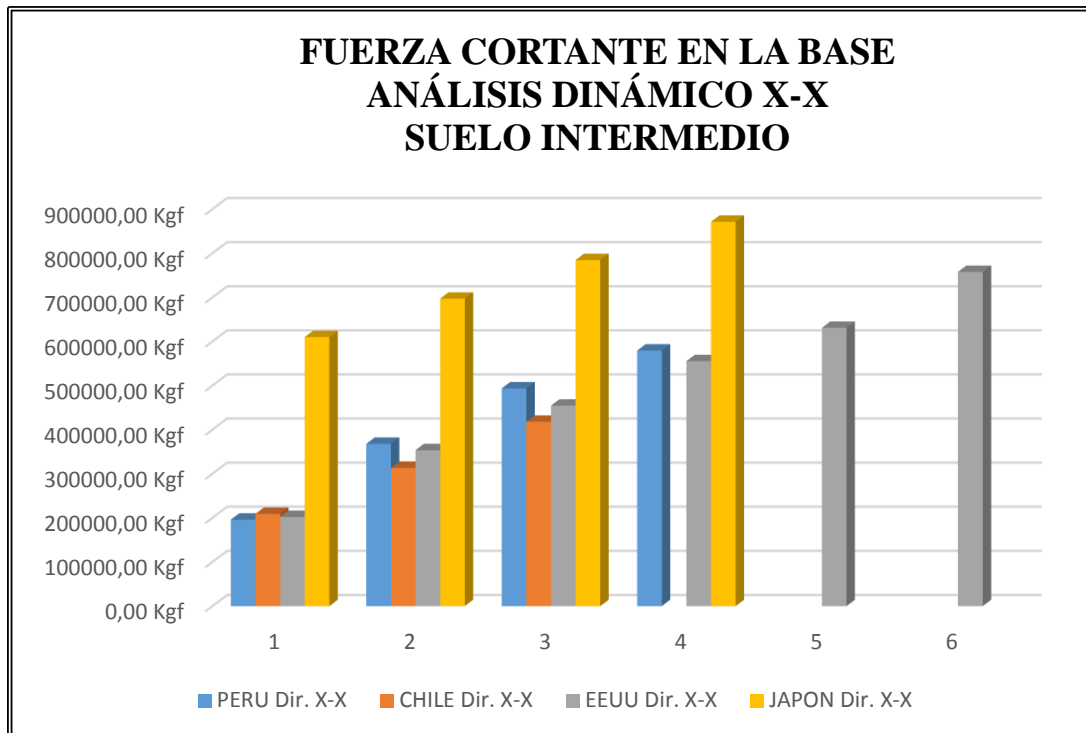
Gráfico 134: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo rígido, dirección Y-Y.



Fuente: Elaboración Propia.

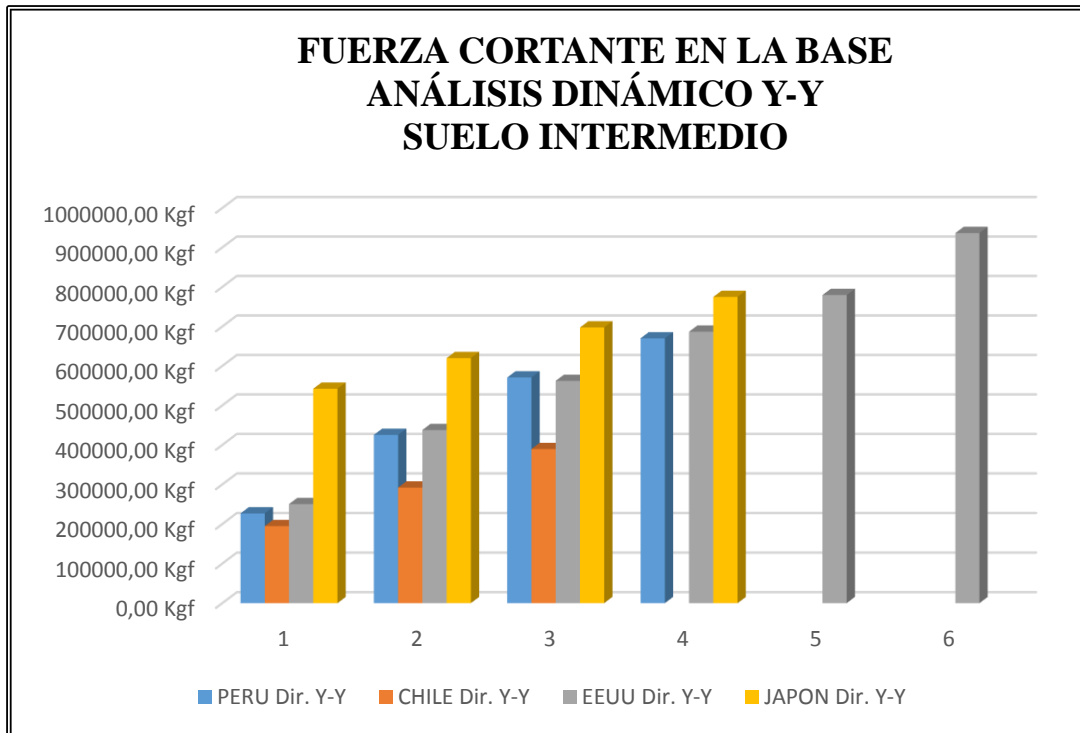
Se obtuvo los resultados para la fuerza cortante en la base, con un análisis dinámico, en las direcciones ortogonales X-X y Y-Y, para un tipo de suelo intermedio.

Gráfico 135: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo intermedio, dirección X-X.



Fuente: Elaboración Propia.

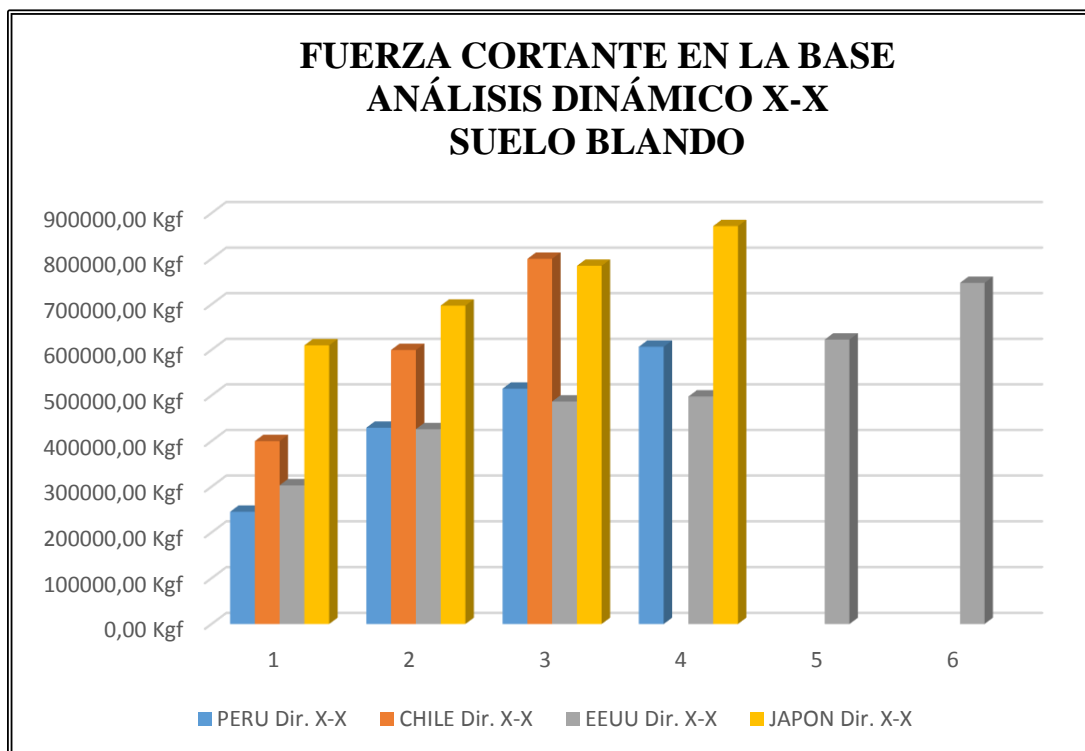
Gráfico 136: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo intermedio, dirección X-X.



Fuente: Elaboración Propia.

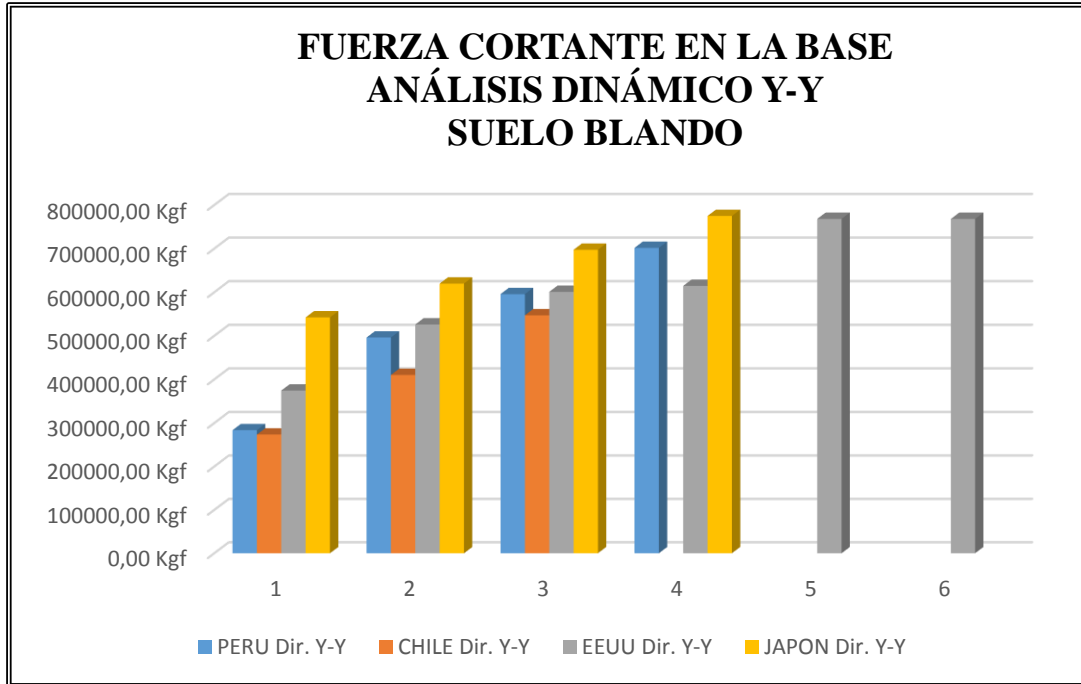
Se obtuvo los resultados para la fuerza cortante en la base, con un análisis dinámico, en las direcciones ortogonales X-X y Y-Y, para un tipo de suelo blando.

Gráfico 137: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo blando, dirección X-X.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 138: Fuerza cortante en la base, análisis dinámico, suelo blando, dirección X-X.



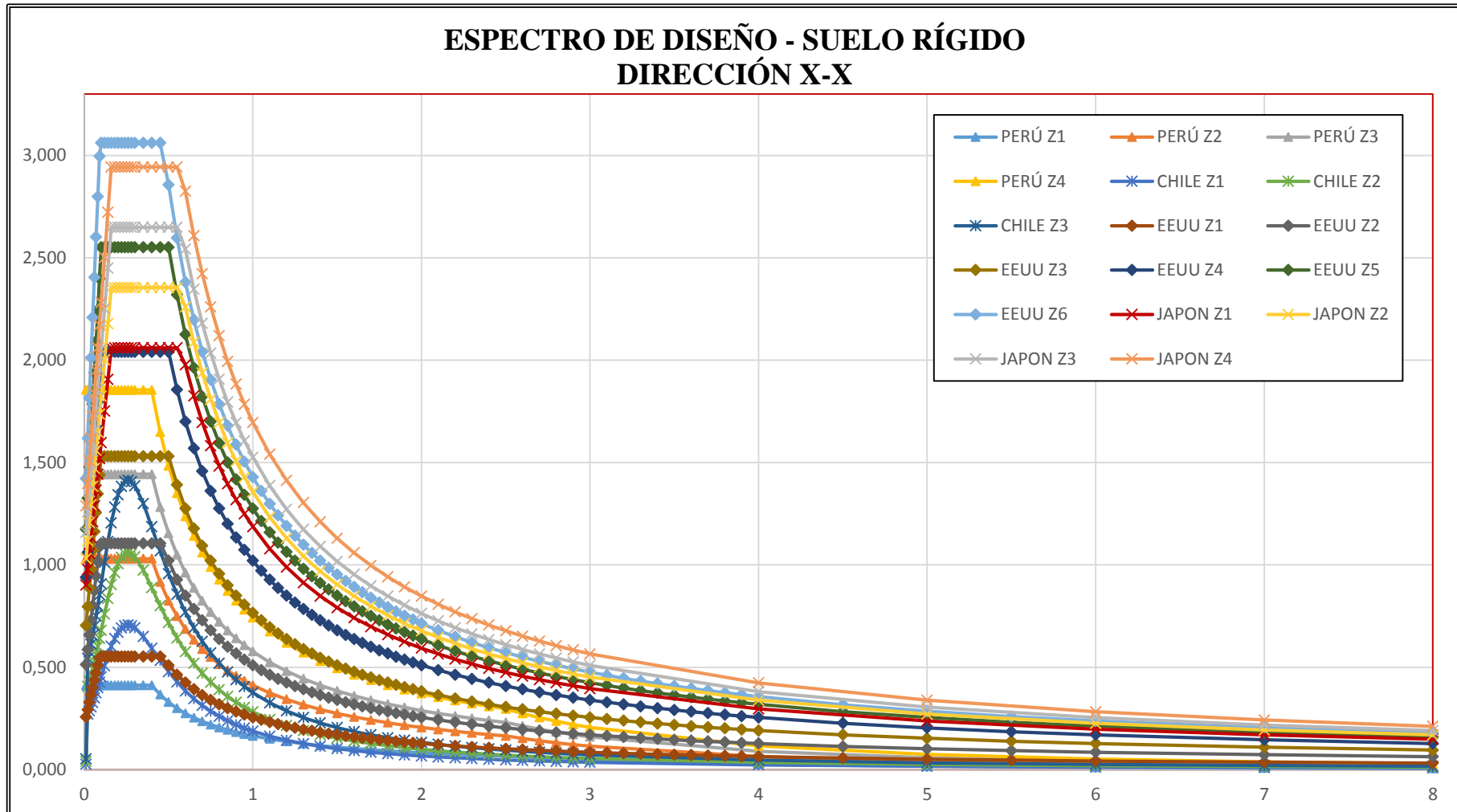
Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.1.2 Espectros de diseño sísmico

El espectro de diseño de Perú, en la dirección X-X, para periodos cortos en la zona 1 es la menos exigente, frente a los demás espectros, esto debido a que el factor de zona 1 es 0.1. El espectro de diseño de Estados Unidos para periodos cortos en la zona 6, es la más rigurosa, esto debido que posee los factores  $S_s$  y  $S_1$  más altos. La norma de Japón para periodos largos en la zona 4 es la más rigurosa, esto debido que su factor de zona es igual a 1.0, que es 10 veces la zona menor de Perú, si comparamos el espectro de diseño mayor con el espectro de diseño menor aproximadamente tiene la misma relación.

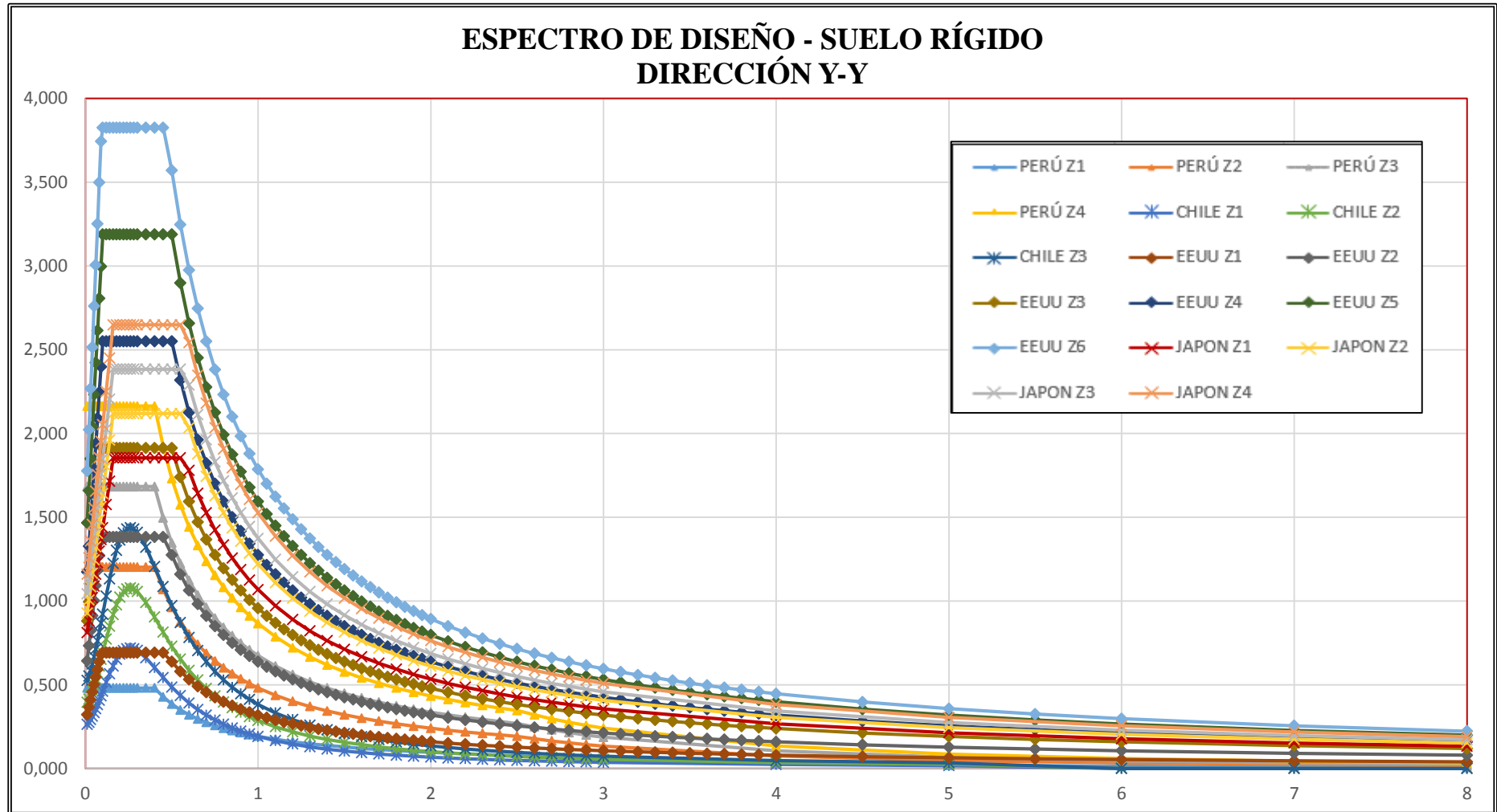
El espectro de diseño de Perú, en la dirección Y-Y, para periodos cortos en la zona 1 es la menos exigente, frente a los demás espectros, esto debido a que el factor de zona 1 es 0.1. El espectro de diseño de Estados Unidos para periodos cortos en la zona 6, es la más rigurosa. La norma de Japón para periodos cortos en zona 4 es la tercera más rigurosa. Para periodos largos, la norma de Estados Unidos en la zona 6 es la más rigurosa, esto debido que posee los factores  $S_s$  y  $S_1$  más altos, de 1.5 y 0.6 respectivamente.

Gráfico 139: Comparación de espectro de diseño para suelo rígido en dirección X-X.



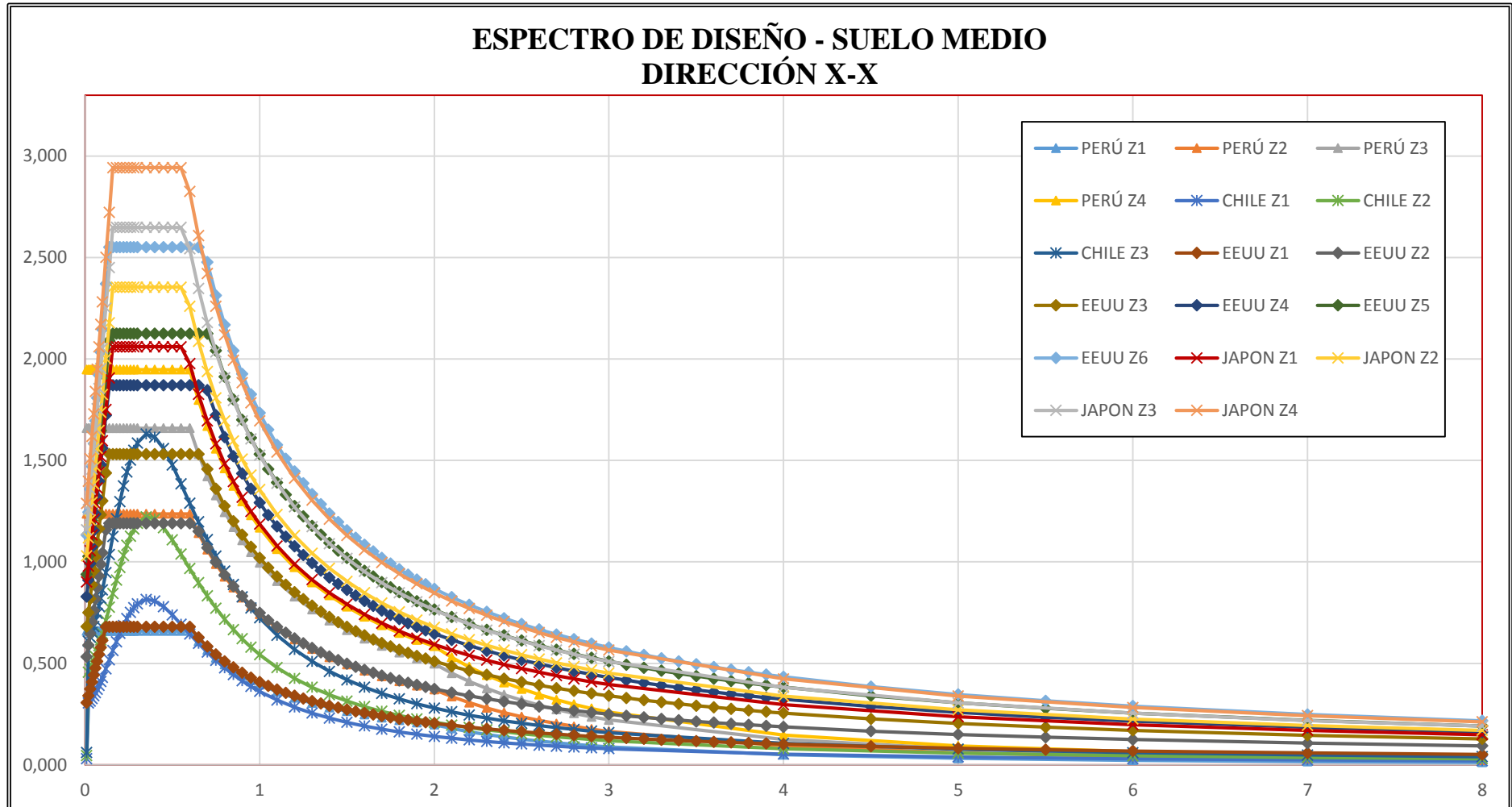
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 140: Comparación de espectro de diseño para suelo rígido en dirección Y-Y.



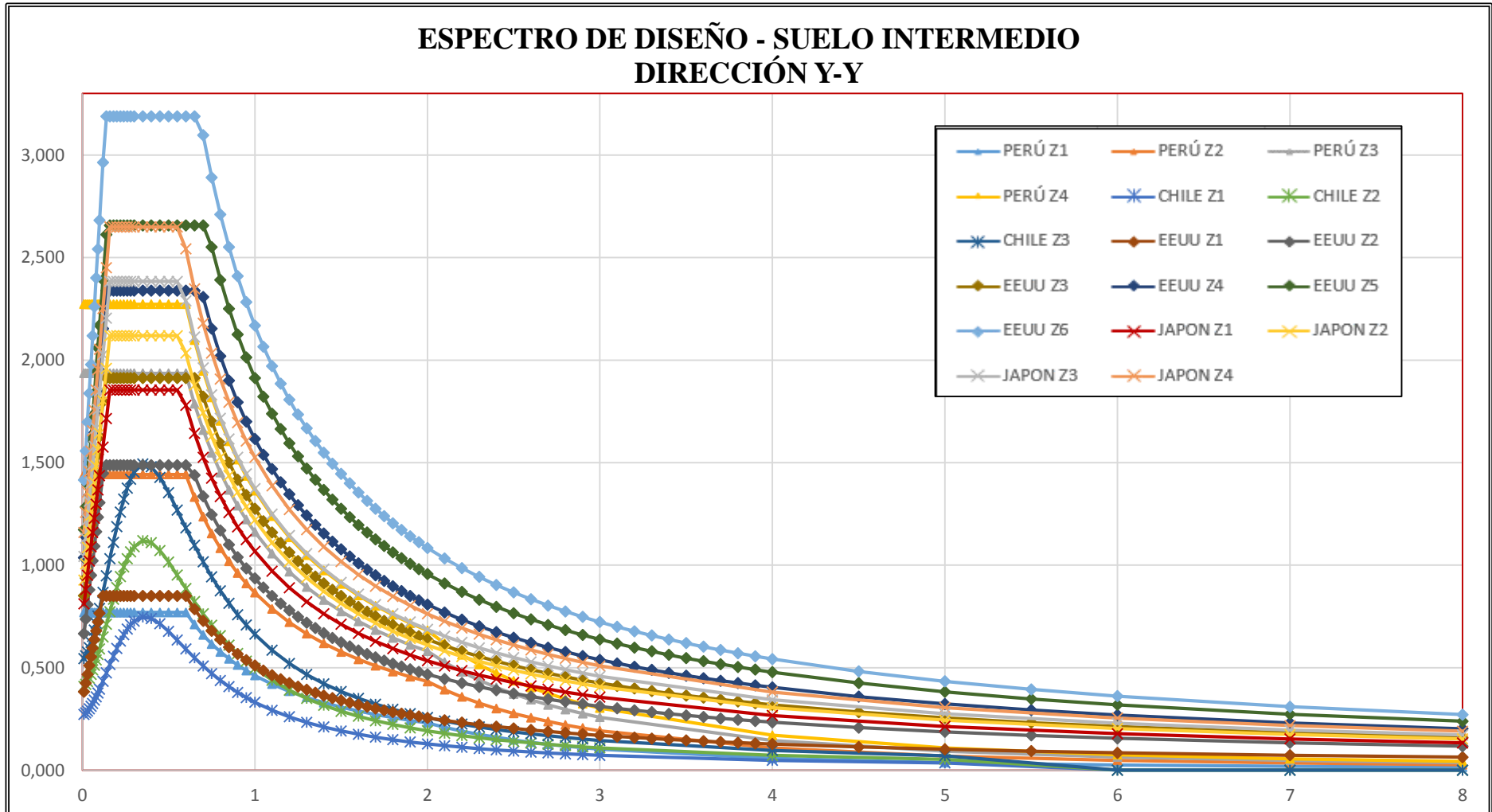
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 141: Comparación de espectro de diseño para suelo intermedio en dirección X-X.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 142: Comparación de espectro de diseño para suelo intermedio en dirección Y-Y.



Fuente: Elaboración Propia.

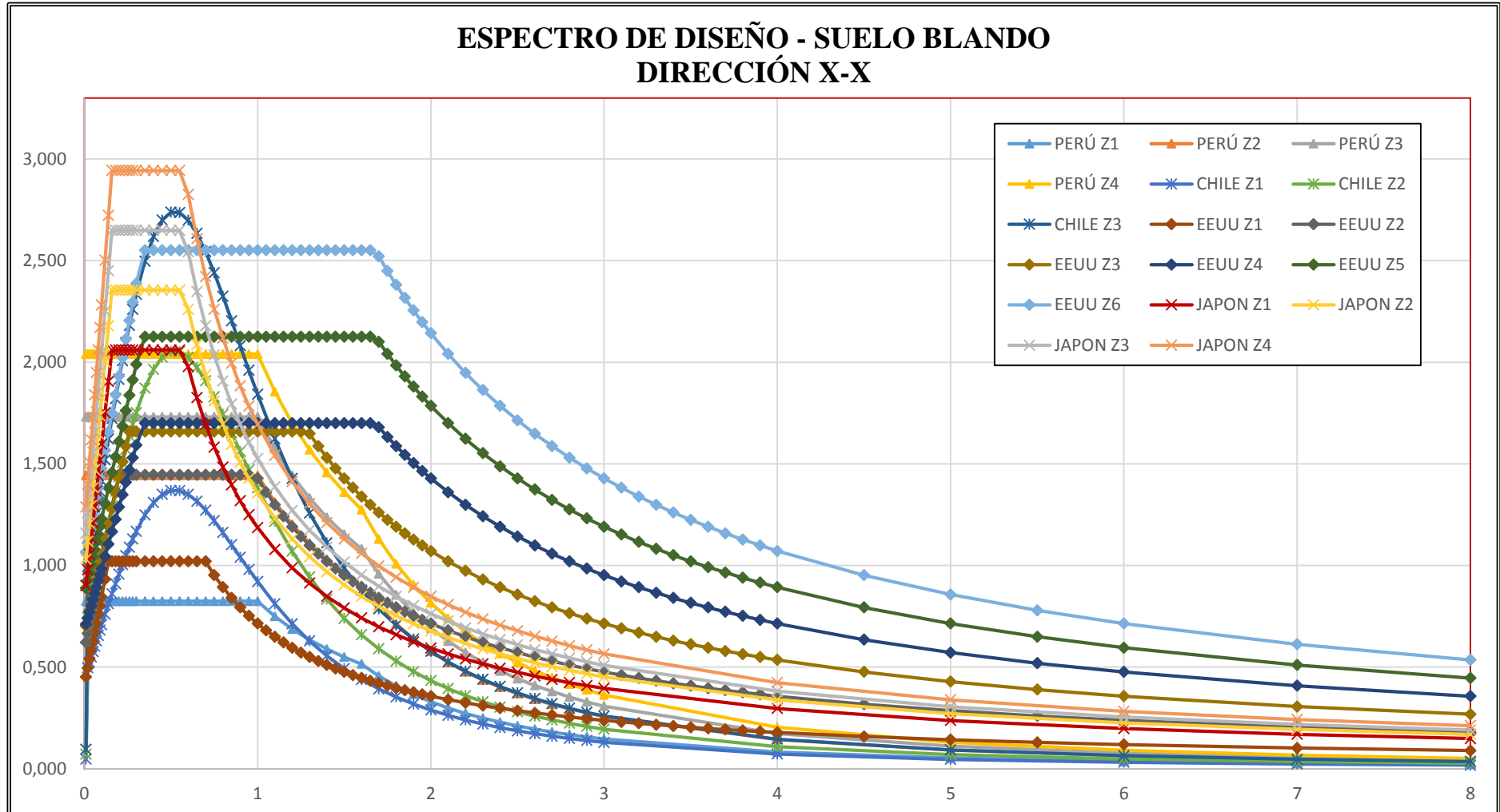


Para un tipo de suelo intermedio, el espectro de diseño de Chile para periodos cortos en la zona 1 es la menos exigente, frente a los demás espectros, a pesar que el factor de zona 1 es 0.2, el doble del mínimo factor de zona de Perú, por esto se acerca mucho al espectro de diseño de Perú de la zona 1. El espectro de diseño de Estados Unidos para periodos cortos de la zona 6, es la más rigurosa. La norma de Japón para periodos cortos zona 4 y la norma de Estados Unidos de la zona 5 se aproximan mucho y ocupan el segundo lugar de espectros más rigurosos. Para periodos largos, la norma de Estados Unidos de la zona 6 es la más rigurosa.

Para un tipo de suelo blando, para periodos cortos la norma de Perú de la zona 1 es la menos exigente, debido a que también posee el factor de zona menor. Además, la norma de Japón de la zona 4 es la más rigurosa, en este caso la norma de Chile crece y ocupa el segundo lugar de espectros de diseño rigurosos. Para periodos largos, notablemente los espectros de diseño Estados Unidos de zonas 6, 5, 4 y 3 lideran el gráfico.

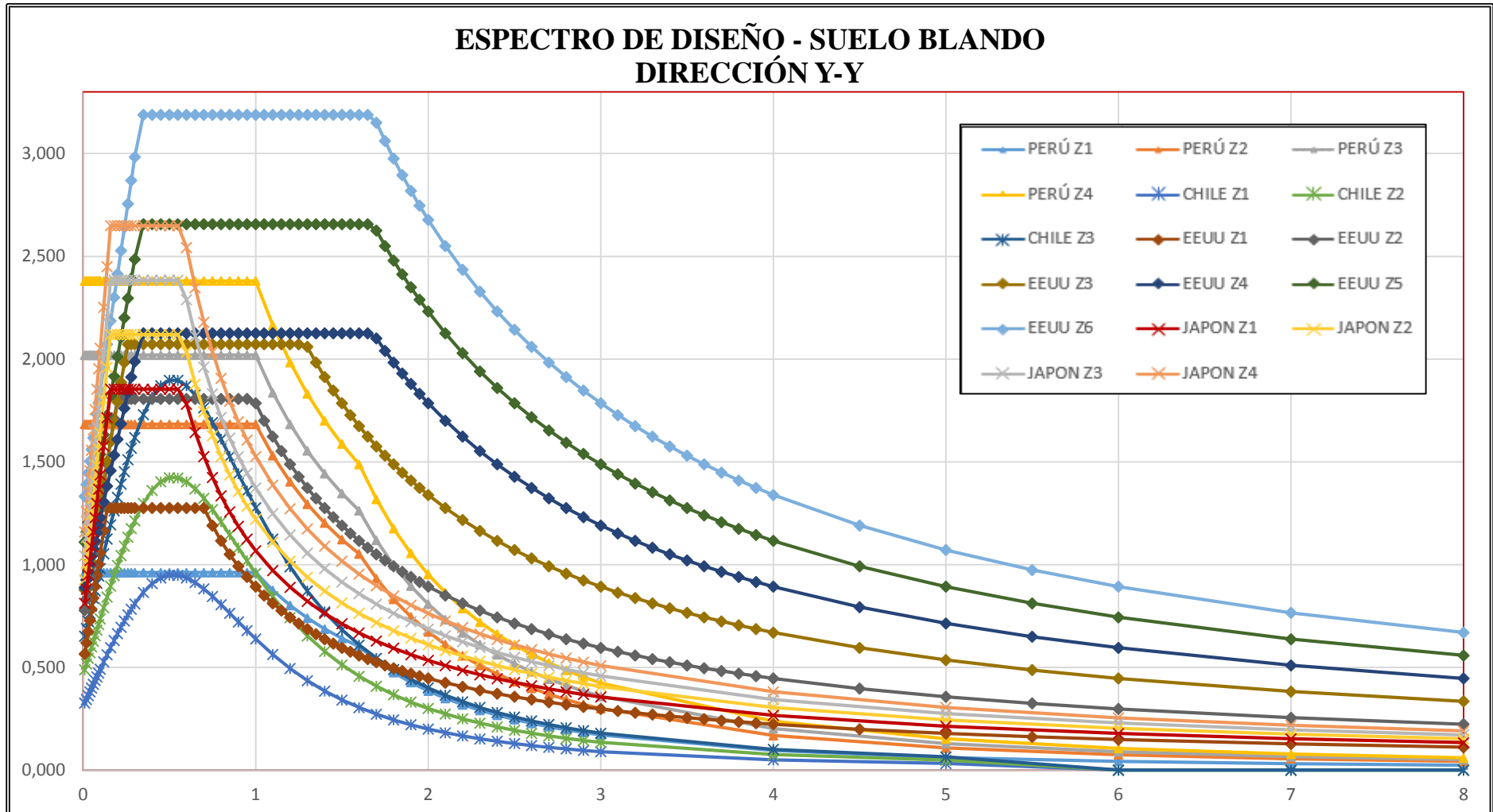
Para un tipo de suelo blando, para periodos cortos la norma de Chile, de la zona 1 es la menos exigente y el espectro de diseño de Perú de la zona 1 se acerca mucho, debido a que también posee el factor de zona menor. Además, la norma de Japón de la zona 4 es la más rigurosa, para periodos menores de 0.3 segundos, continúa la norma de Estados Unidos de espectros de diseño rigurosos. Para periodos largos, notablemente los espectros de diseño Estados Unidos de zonas 6, 5, 4 y 3 lideran el gráfico.

Gráfico 143: Comparación de espectro de diseño para suelo blando en dirección X-X.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 144: Comparación de espectro de diseño para suelo blando en dirección Y-Y.

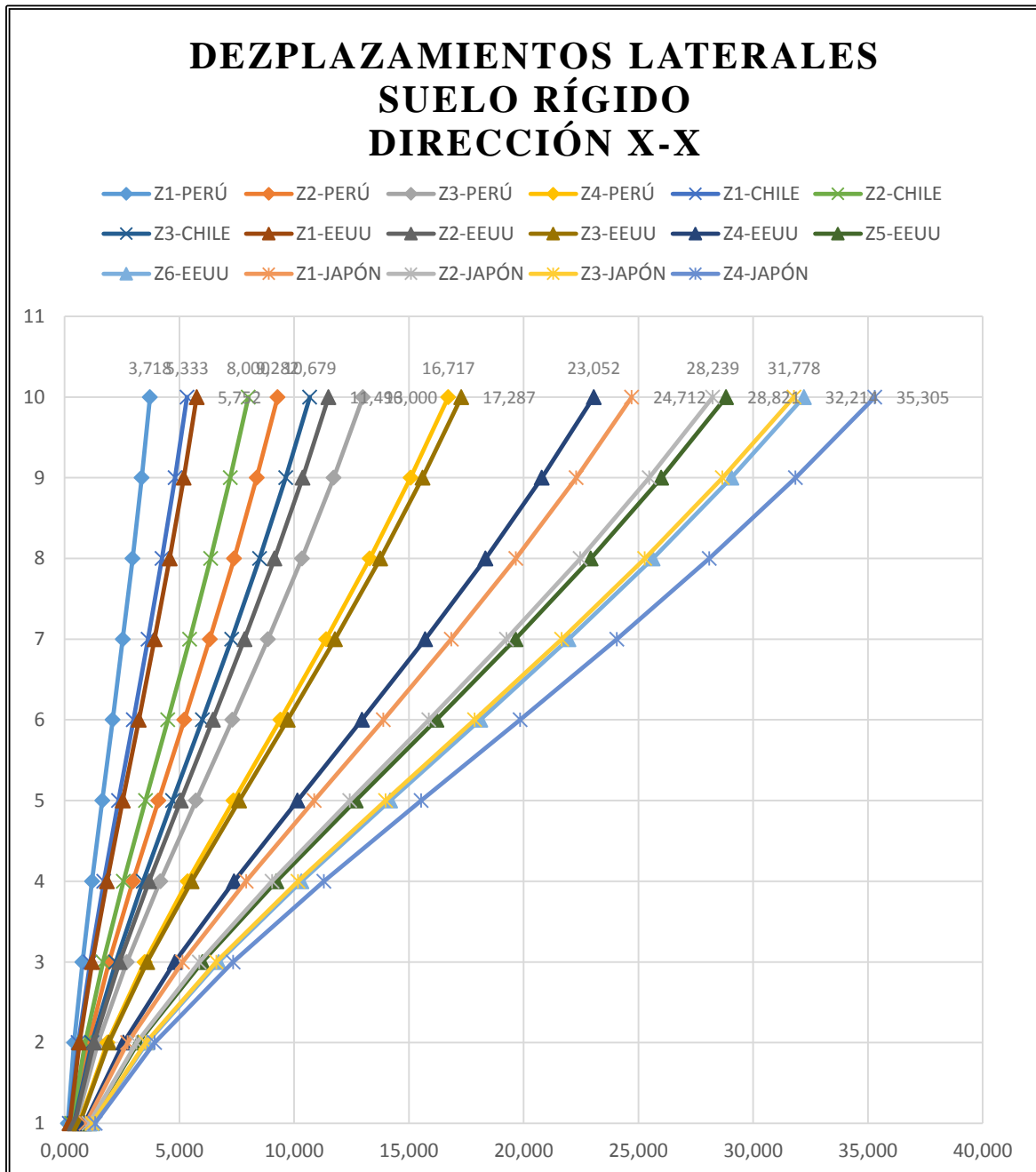


Fuente: Elaboración Propia.

### 4.1.3 Desplazamientos laterales y derivas

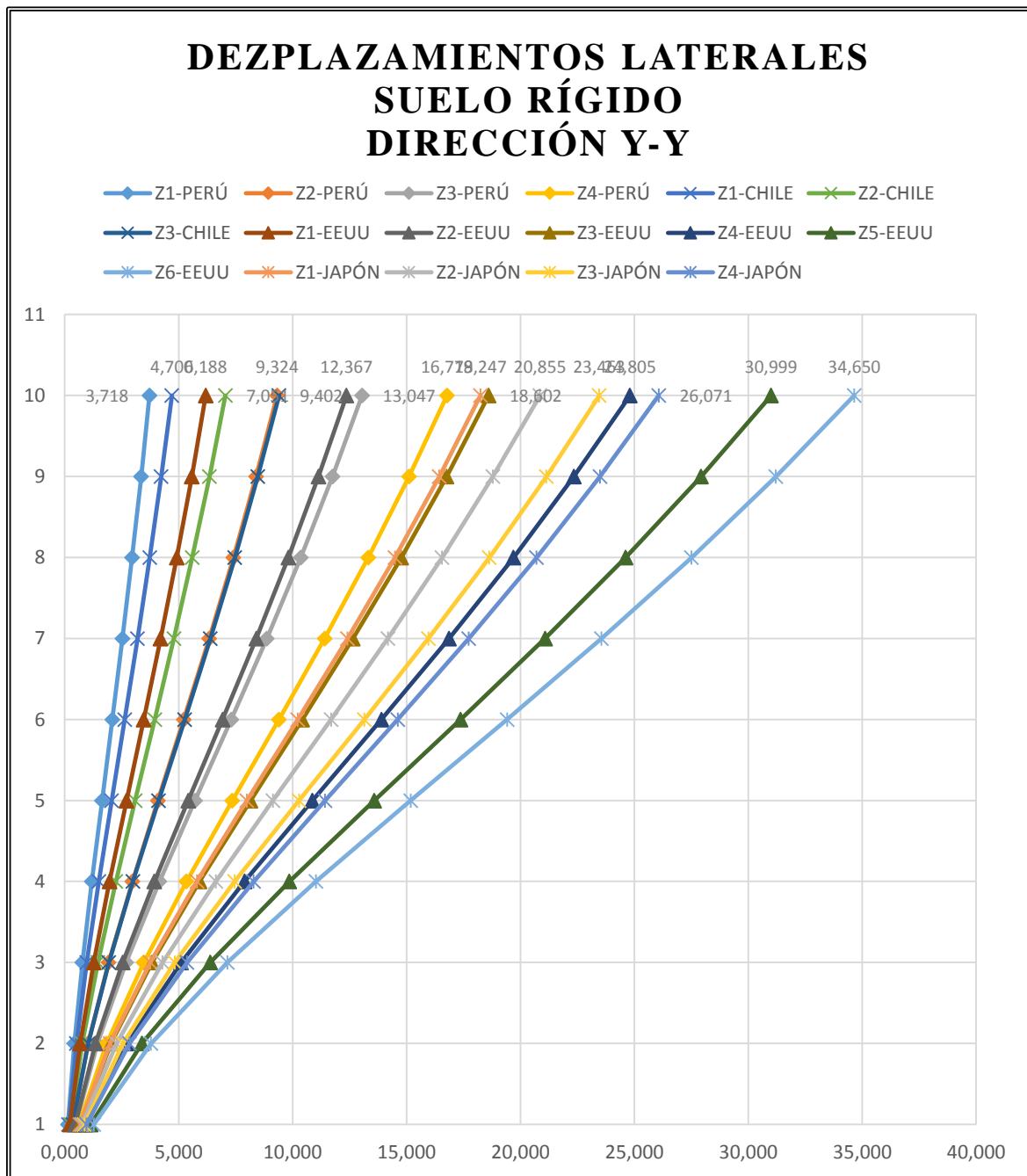
Se obtuvo los resultados de los desplazamientos laterales absolutos, para un tipo de suelo rígido en la dirección X-X y Y-Y.

Gráfico 145: Comparación de desplazamientos laterales para suelo rígido en dirección X-X



Fuente: Elaboración propia.

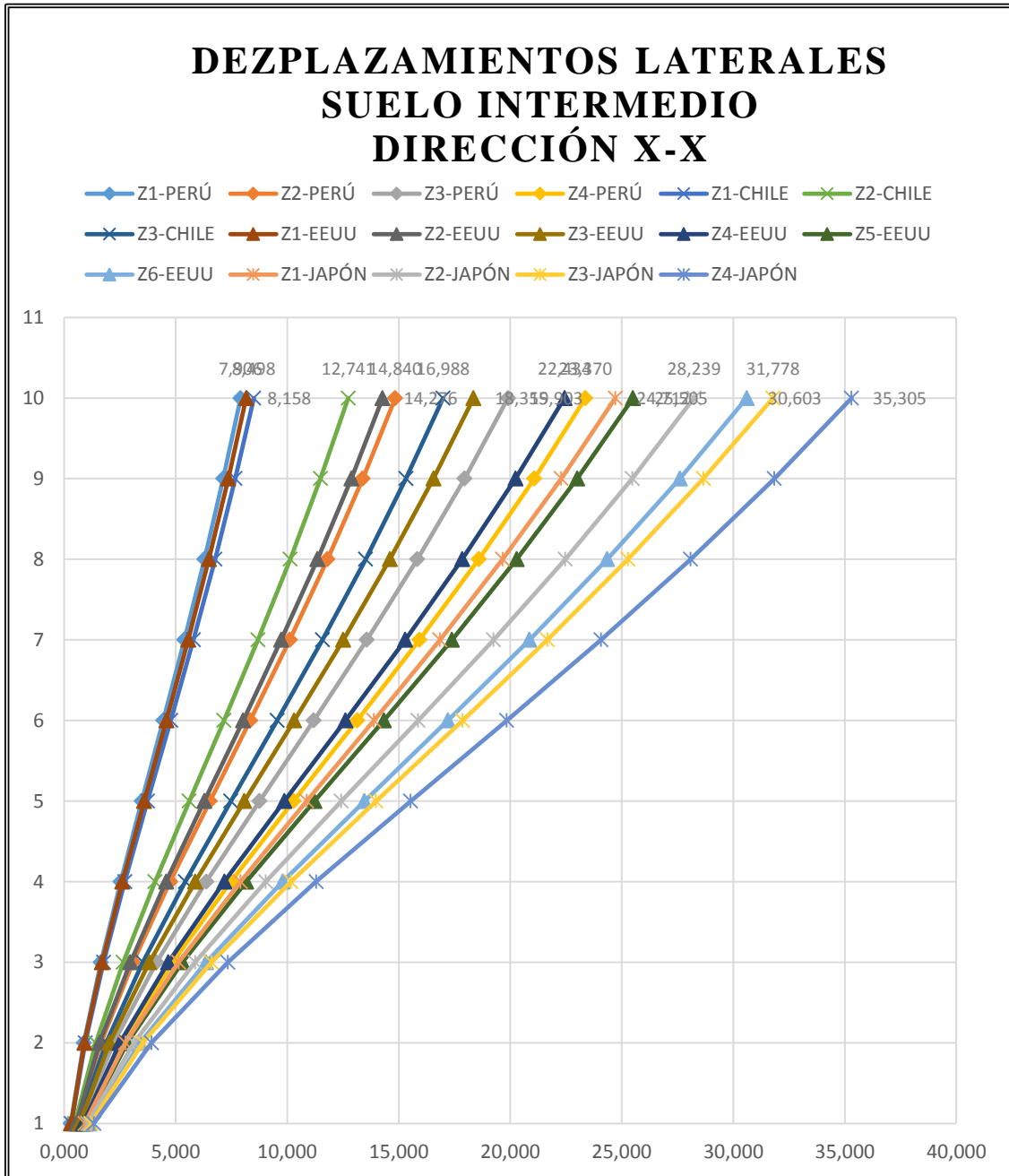
Gráfico 146: Comparación de desplazamientos laterales para suelo rígido en dirección Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

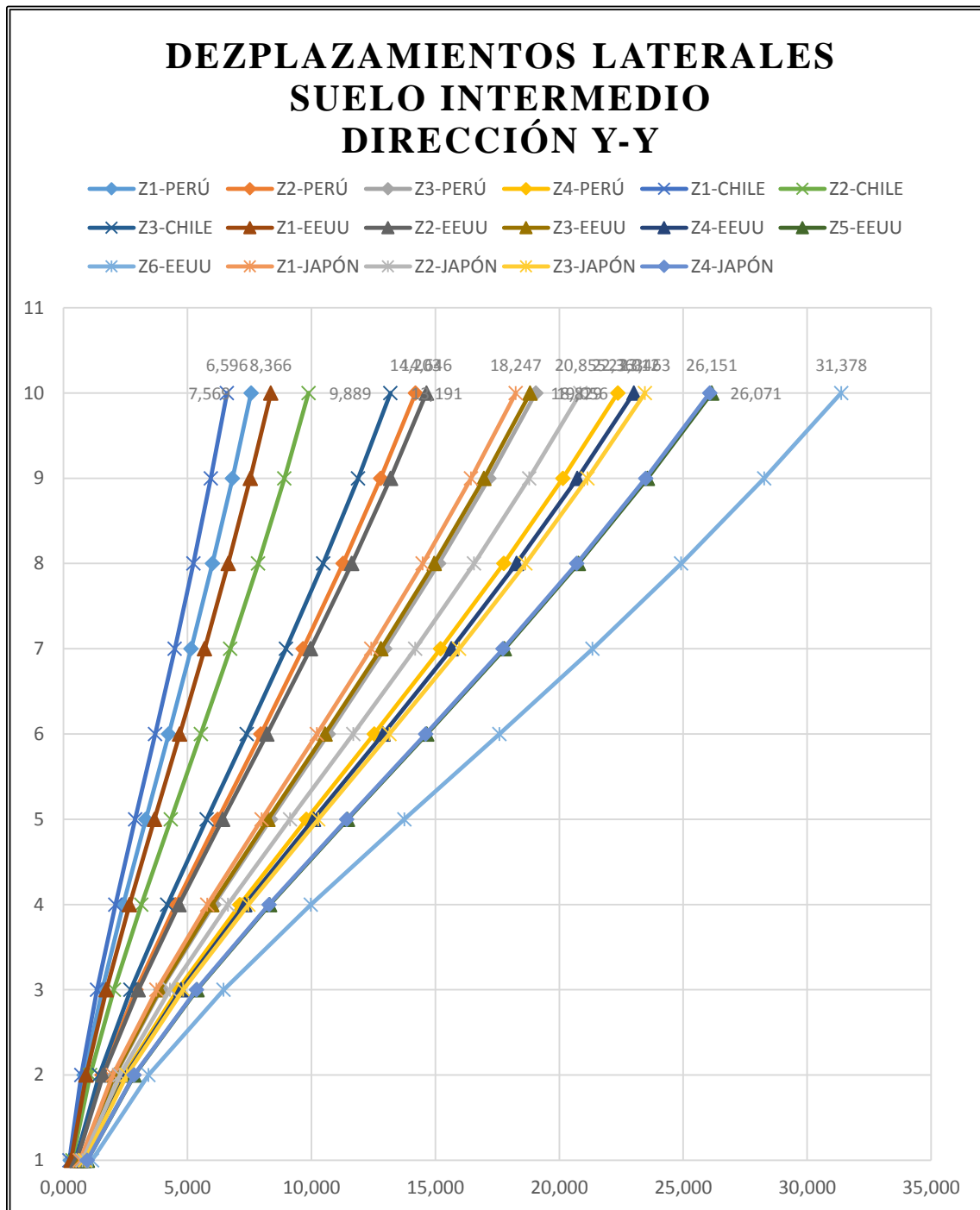
Se obtuvo los resultados de los desplazamientos laterales absolutos para un tipo de suelo intermedio en la dirección X-X y Y-Y.

Gráfico 147: Comparación de desplazamientos laterales para suelo intermedio, dirección X-X



Fuente: Elaboración propia.

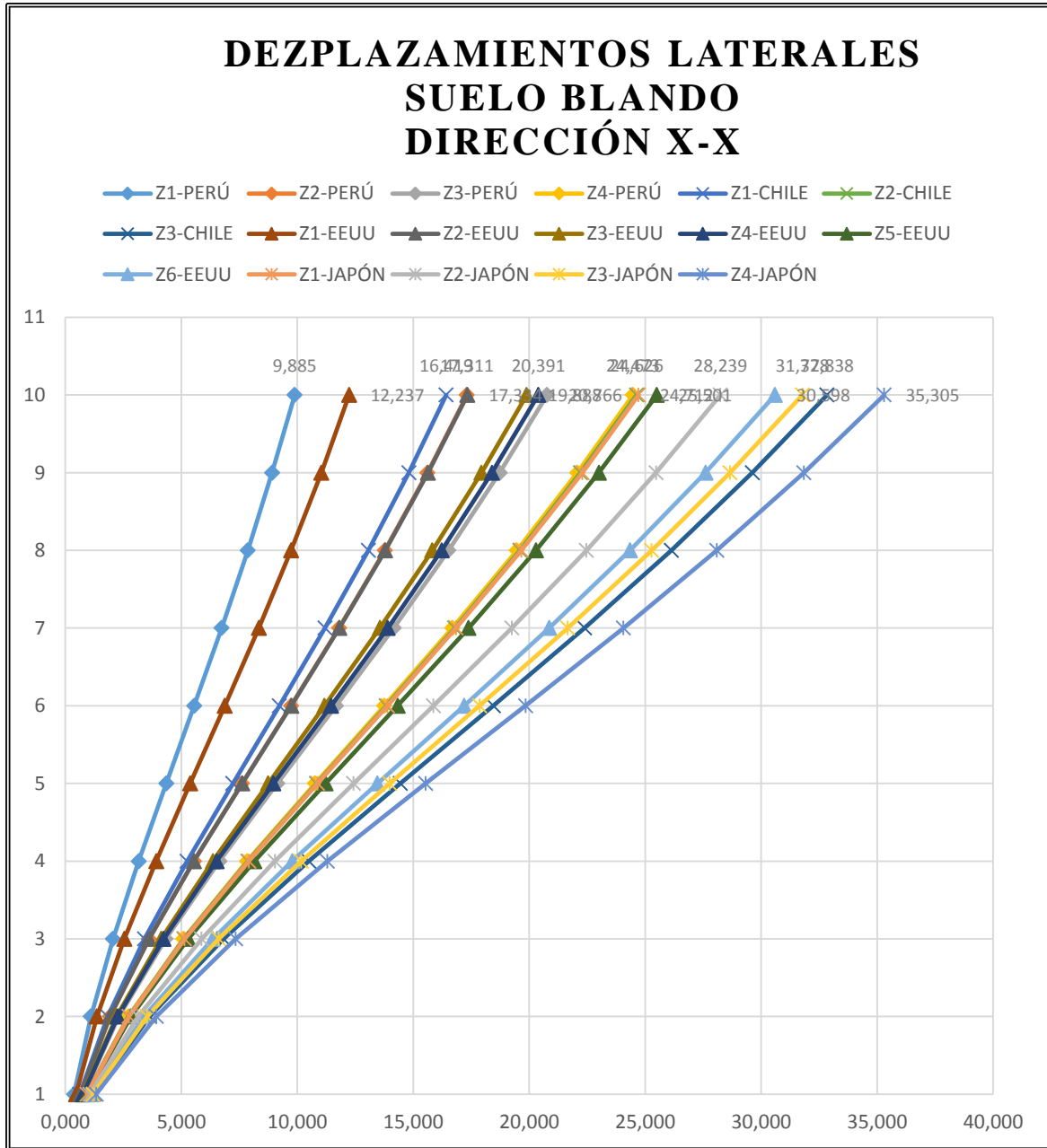
Gráfico 148: Comparación de desplazamientos laterales para suelo intermedio, dirección Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo los resultados de los desplazamientos laterales absolutos, para un tipo de suelo blando en la dirección X-X y Y-Y.

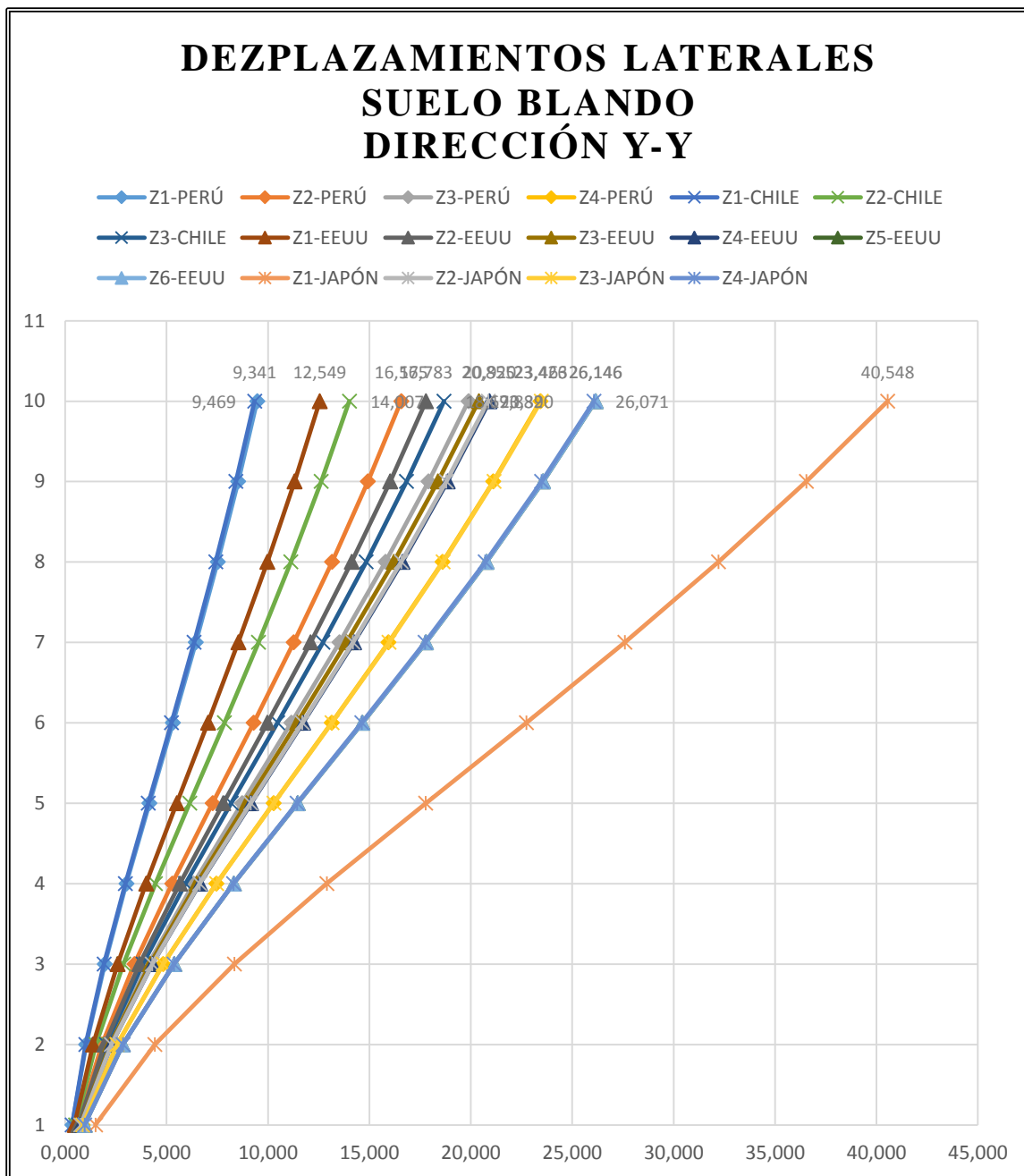
Gráfico 149: Comparación de desplazamientos laterales para suelo blando en dirección X-X



Fuente: Elaboración propia.



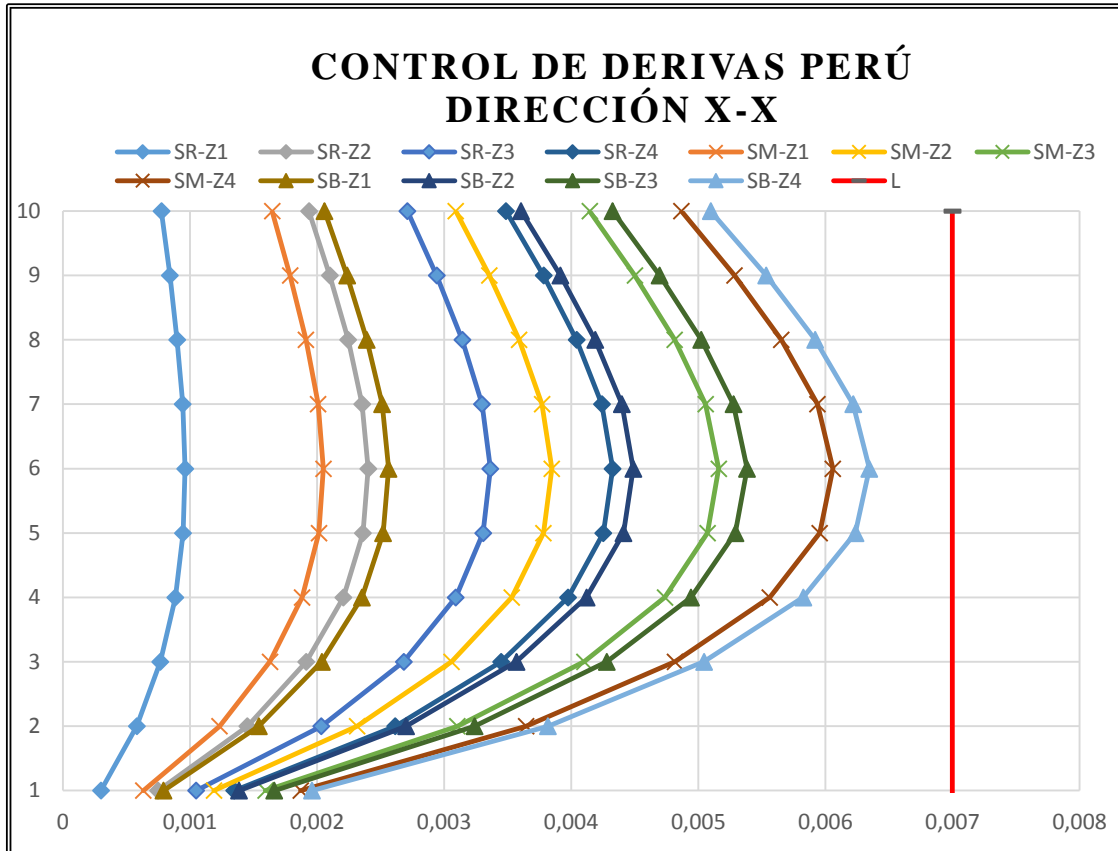
Gráfico 150: Comparación de desplazamientos laterales para suelo blando en dirección Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

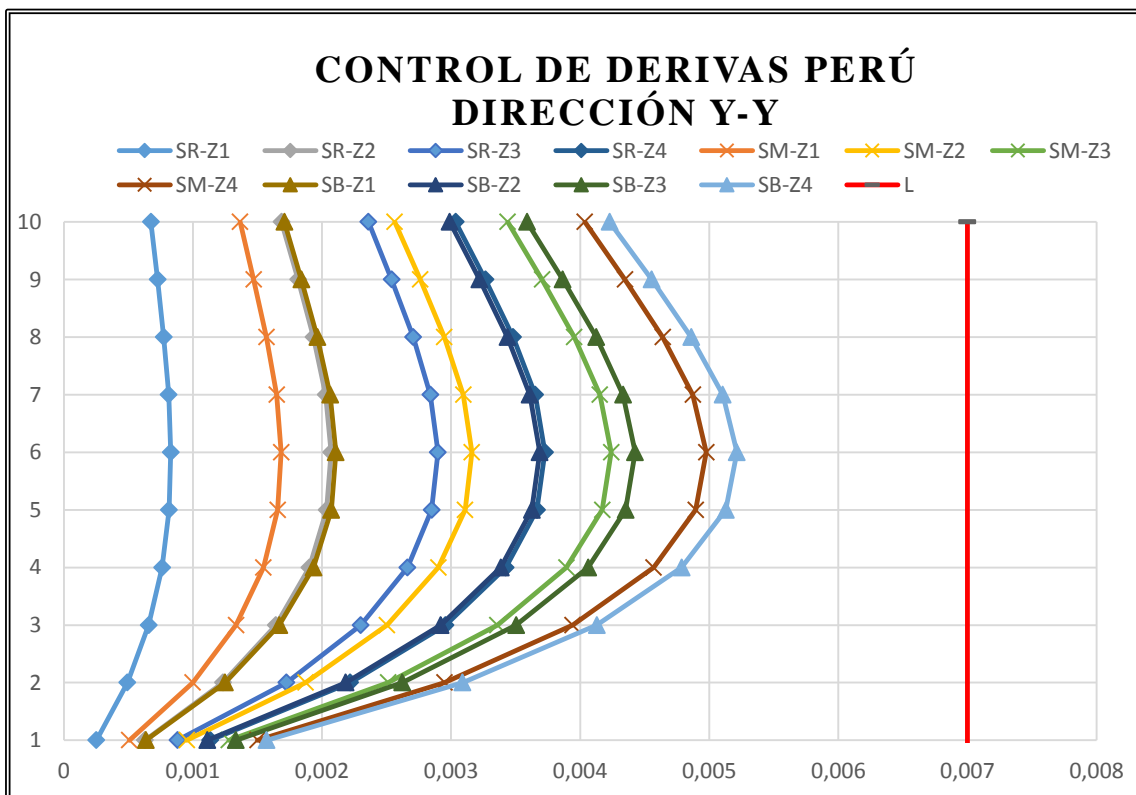
Se obtuvo los resultados de los desplazamientos laterales relativos, derivados, para la norma sísmica de Perú en la dirección X-X y Y-Y.

Gráfico 151: Control de derivas en Perú, dirección X-X



Fuente: Elaboración propia.

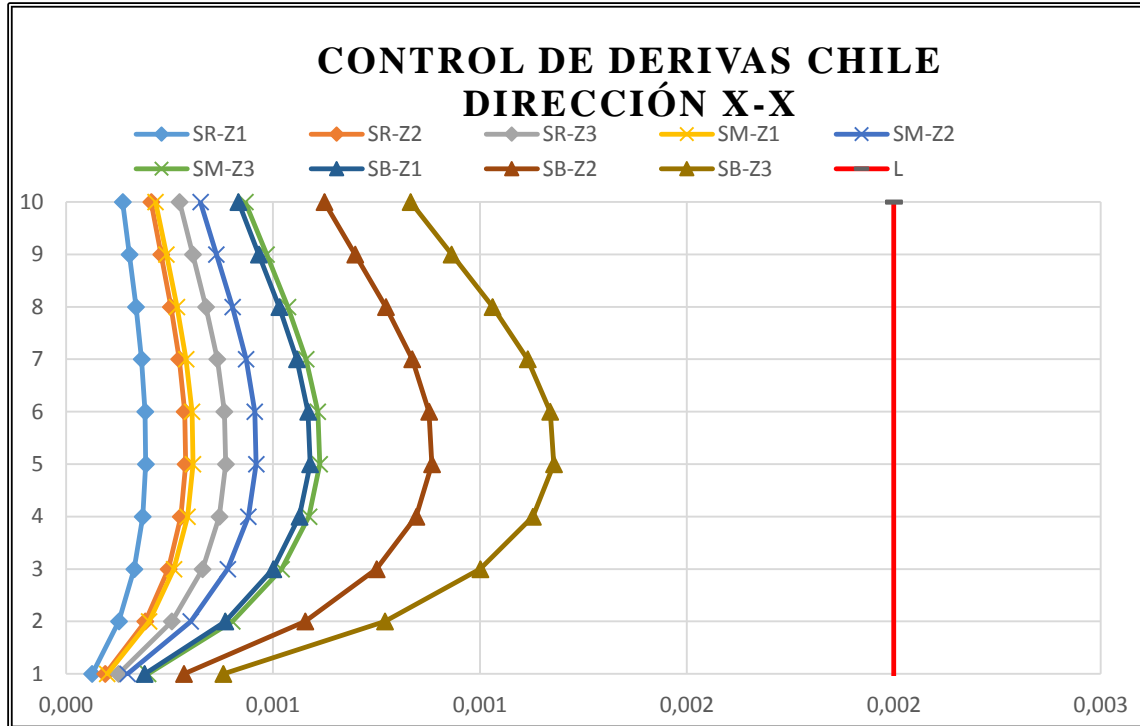
Gráfico 152: Control de derivas en Perú, dirección Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

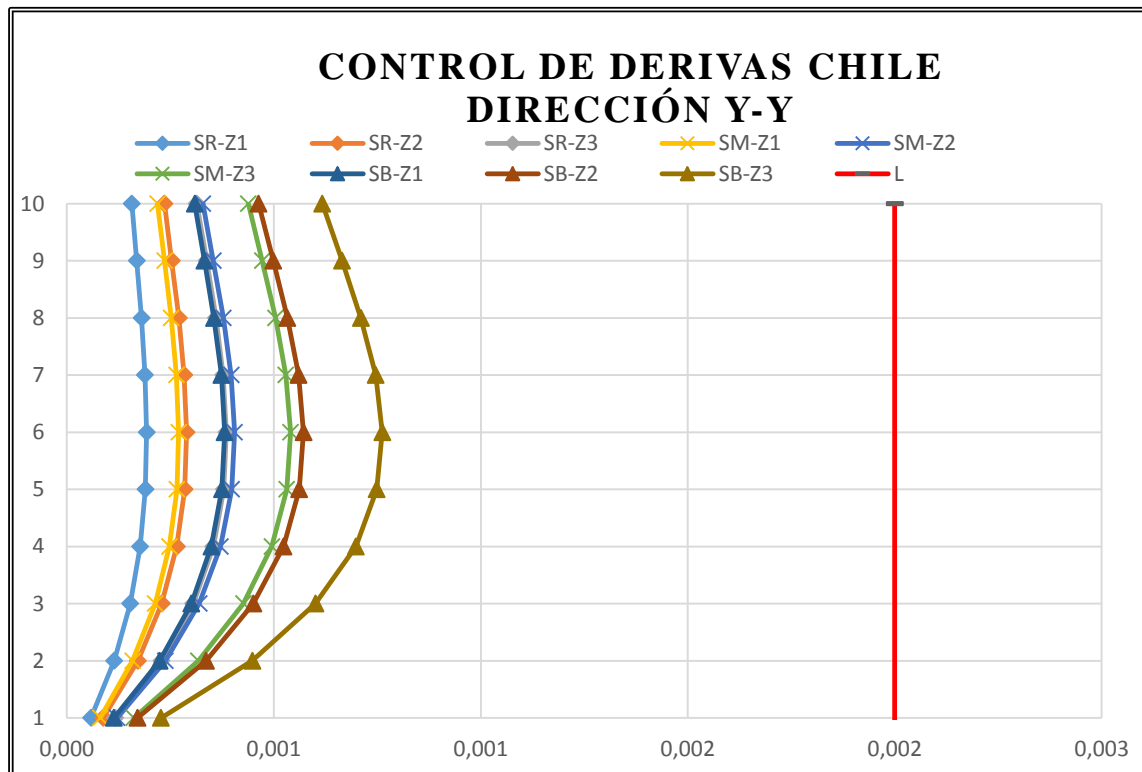
Se obtuvo los resultados de los desplazamientos laterales relativos, derivas, para la norma sísmica de Chile en la dirección X-X y Y-Y.

Gráfico 153: Control de derivas en Chile, dirección X-X



Fuente: Elaboración propia.

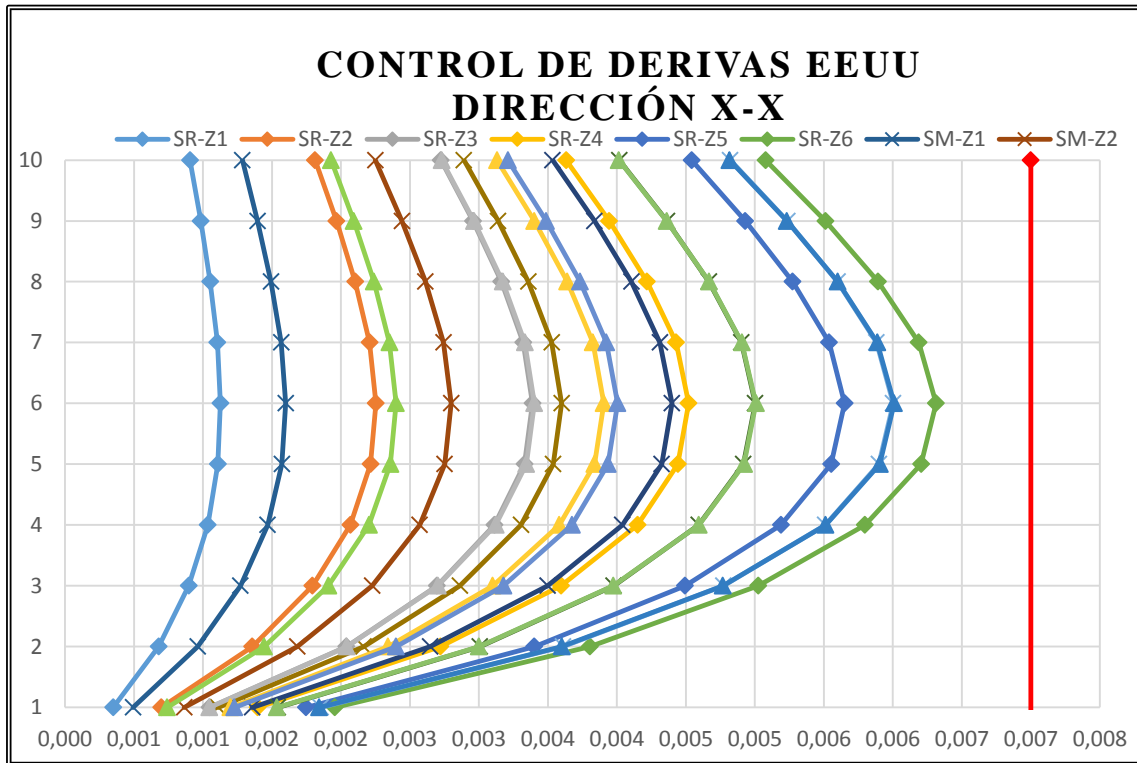
Gráfico 154: Control de derivas en Chile, dirección Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

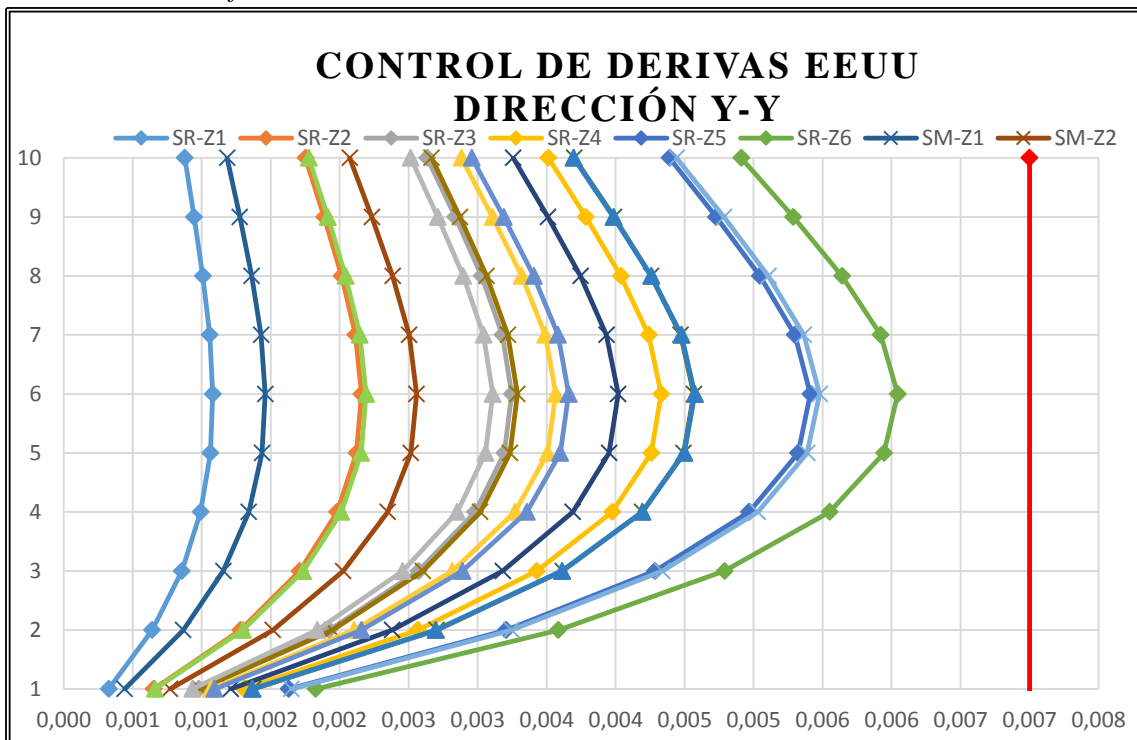
Se obtuvo los resultados de los desplazamientos laterales relativos, derivas, para la norma sísmica de Estados Unidos en la dirección X-X y Y-Y.

Gráfico 155: Control de derivas en Estados Unidos, dirección X-X



Fuente: Elaboración propia.

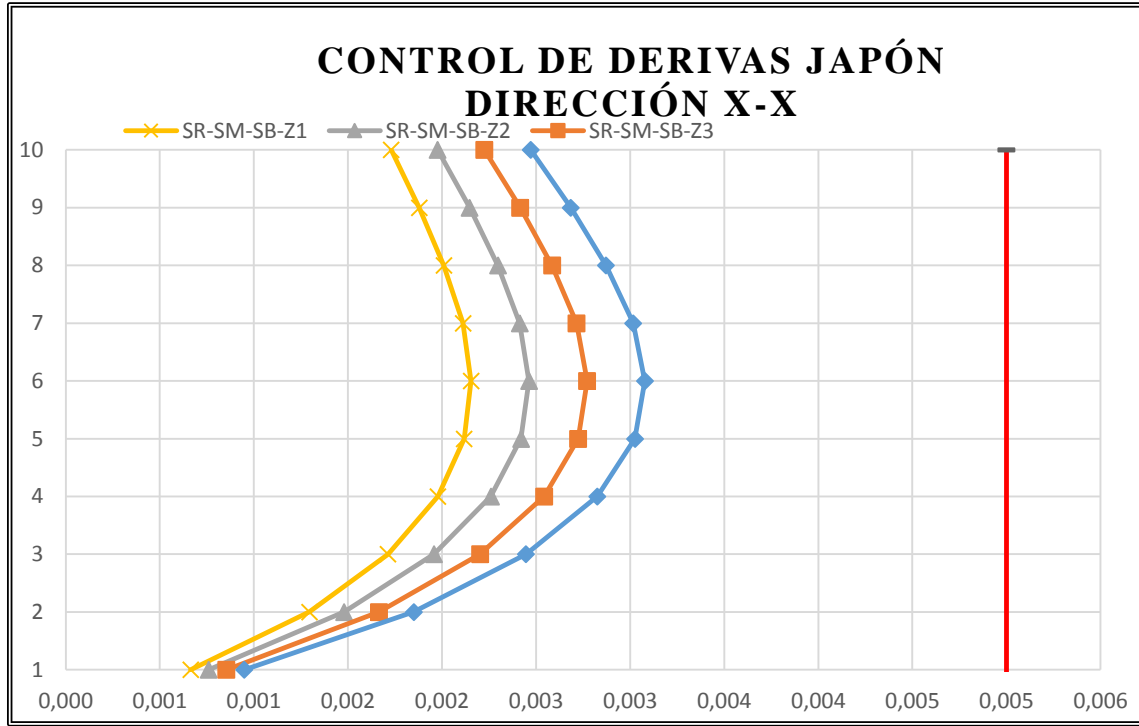
Gráfico 156: Control de derivas en Estados Unidos, dirección Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

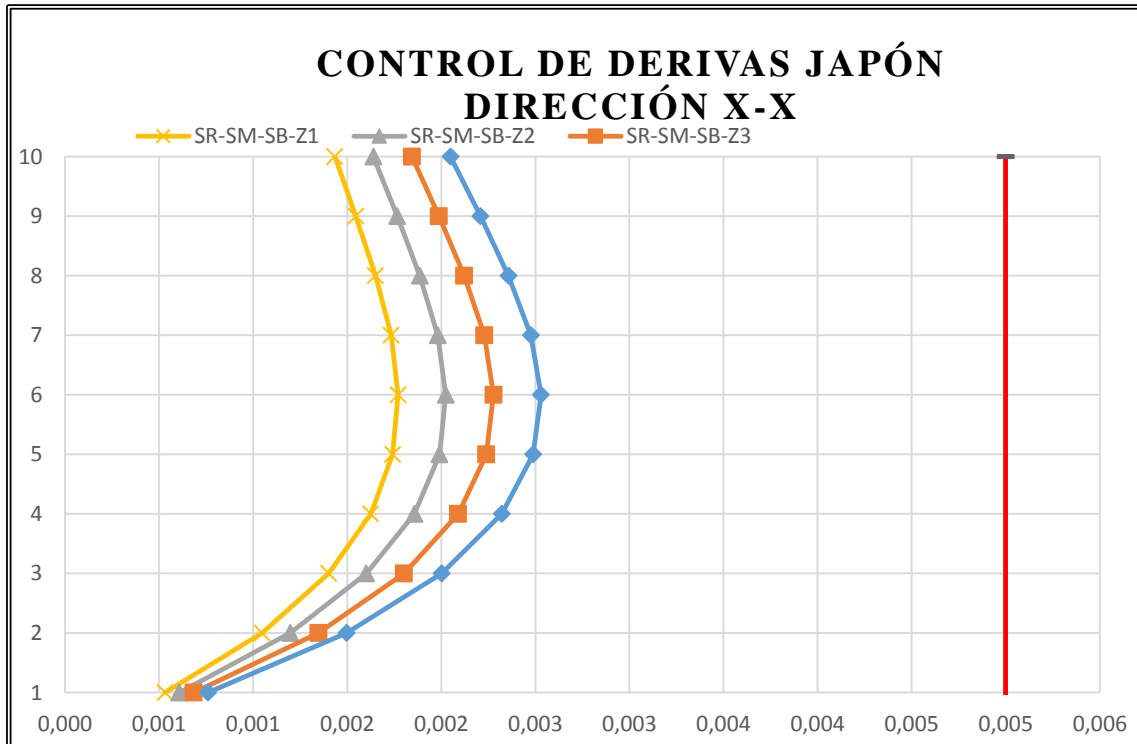
Se obtuvo los resultados de los desplazamientos laterales relativos, derivas, para la norma sísmica de Japón en la dirección X-X y Y-Y.

Gráfico 157: Control de derivas en Japón, dirección X-X



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 158: Control de derivas en Japón, dirección Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

## **4.2 DISCUSIÓN**

### **4.2.1 Interpretación de los resultados encontrados en la investigación**

Para un estudio completo de las normas sísmicas, se consideró calcular la respuesta sísmica con todos los factores de zona existentes, esto debido a que los parámetros que determinan el espectro de diseño de cada país están sujetos a las condiciones físicas de cada zona, como acelerogramas y aceleración pico efectiva en la base rocosa.

Se observó que mientras las normas sísmicas de Perú, Chile y Japón utilizan un mapa de zonificación para determinar el factor de zona, la norma sísmica de Estados Unidos utiliza un mapa de isoaceleraciones espectrales.

Se consideró tres tipos de suelos, para agrupar y contrastar los resultados, suelo rígido, suelo intermedio y suelo blando, la razón parte de la similitud de las propiedades de tipo de suelo de cada país. En este caso, para la velocidad de ondas de corte  $V_s$ , las normas sísmicas clasifican a los suelos con similares parámetros.

El factor de amplificación sísmica está en función del periodo fundamental de la estructura, en Perú y Chile este factor se utiliza para un análisis estático y dinámico, en cambio para Estados Unidos y Japón, sólo se considera para el análisis estático.

El factor de importancia está en función de la categoría y el uso del edificio, en la investigación, el edificio es de uso vivienda multifamiliar, que en todos los casos este factor toma el valor de 1.0, excepto para Japón, porque no posee factor de importancia.

El factor de reducción de fuerzas sísmicas para Perú, está en función del tipo de sistema estructural y de las irregularidades que presenta en altura y planta, si la estructura presenta más de dos irregularidades, se toma el valor menor, es decir el más crítico, al igual que Estados Unidos, el factor de reducción, también está en función del sistema estructural y de las irregularidades de la estructura, sólo que en este caso se define un

factor de redundancia para la irregularidad que presenta. La norma sísmica de Chile, posee un factor de reducción para el análisis estático y otro para el análisis dinámico, que está en función del periodo de la estructura. El factor de reducción de Japón está en función de la rigidez y excentricidad.

Se consideró el mismo peso de la estructura para el estudio de las cuatro normas sísmicas, es decir el 100% de la carga muerta, el 25% de sobre carga y el 25% de la carga viva de techo, que resulta un total de 4114577.72kgf

El periodo fundamental de vibración, se consideró igual valor para todas las normas sísmicas, en cada dirección de análisis, 0.531 segundos para la dirección X-X y 0.506 segundos para la dirección Y-Y. Este valor se obtuvo del modelamiento en el programa SAP2000 V.19.

Se determinó que, para un análisis estático, la norma de Japón presenta valores altos en la fuerza cortante en la base, seguida de Estados Unidos, Perú y Chile, respectivamente, la razón más probable es que influye mucho el factor de zona, mientras que, en Perú, por ejemplo, el mayor valor es 0.45, en Japón el menor valor del factor de zona sísmica es 0.7.

Se calculó que, el espectro de diseño más riguroso es de las normas sísmicas de Japón y Estados Unidos, con factores de zona muy altos y críticos. Por otra parte, los espectros de diseño menos exigentes son de Perú y Chile, con factores de zona de 0.10 y 0.20, respectivamente, el suelo influye mucho en los resultados.

Se observó que, los límites de las derivas de entrepiso de Perú son más exigentes a comparación de las demás normas, siguiendo Chile, Japón y finalmente Estados Unidos. Las derivas de Perú y Estados Unidos son resultados inelásticos, mientras que Chile y Japón trabajan con derivas elásticas.

#### 4.2.2 Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede confirmar que, la norma peruana de diseño sismorresistente es la más rigurosa en el control de los desplazamientos laterales para estructuras de periodos cortos, tal como concluye la investigación “Control de la deriva en las normas de diseño sismorresistente” (Insúa, 2004). La norma de Estados Unidos y Chile, están muy por debajo del índice de rigurosidad de Perú, estudiado en esta investigación.

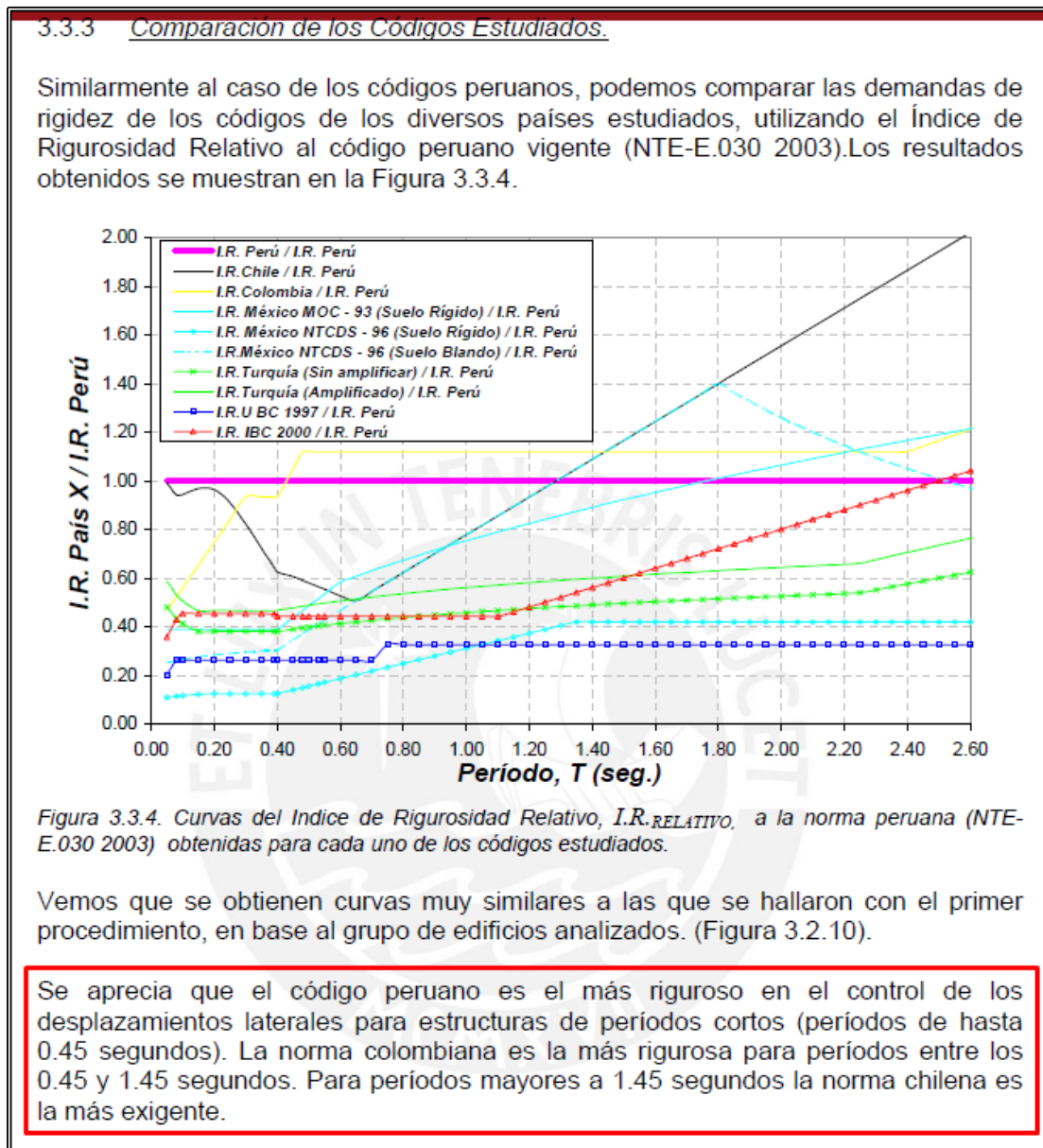


Figura 47: Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación “Control de la deriva en las normas de diseño sismorresistente”

Fuente: (Insúa, 2004)



Por otra parte, también se llega a confirmar las conclusiones de la investigación: “Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso – deriva y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante los análisis sísmico dinámico, aplicado con la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2016 y la norma chilena de diseño sísmico de edificios NCh433 of. 1996 modificada en 2012” (García y Moscoso, 2016).

• **CONCLUSIÓN 2**

Al determinar los valores de desplazamientos laterales en una edificación de concreto armado con sistema dual en ambas direcciones, no se llega a cumplir la hipótesis específica N° 1, que los desplazamientos laterales en los resultados obtenidos utilizando la norma chilena NCh 433.of1996, son mayores que los propuestos por nuestra norma peruana E.030, como se muestra en las TABLAS 66, 67, 68, 69, 70 y en las FIGURAS 55, 57, 59, 61, 62 y 63.

*Figura 48: Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación.  
Fuente: (García y Moscoso, 2016)*

El autor refiere que la hipótesis planteada inicialmente no llega a cumplirse, porque los desplazamientos laterales en los resultados obtenidos utilizando la norma chilena son menores que la norma peruana.

• **CONCLUSIÓN 5**

Al determinar los parámetros más importantes de la norma peruana E.030 para la comparación de los espectros de diseño, se llega a cumplir la hipótesis específica N° 1 que indica que el parámetro de suelo cumplen un papel principal en la realización de un espectro de diseño, para esto se utilizó los valores de los parámetros dentro de las limitaciones de estudio a rangos máximos, para observar cual modificaba más el espectro de diseño, por más que este fuera afectado por la zona, el factor de suelo es el que determina la plataforma de amplificación sísmica en TP y el final del rango elastoplástico

*Figura 49: Contrastación de resultados con antecedentes de la investigación.  
Fuente: (García y Moscoso, 2016)*

Además, indica que los parámetros de suelo cumplen un papel principal en la realización del espectro de diseño, al igual que esta investigación refiere que el tipo de suelo influye mucho en los resultados.

Al igual que la investigación “Estudio comparativo de la norma peruana de diseño sismorresistente y la norma chilena de diseño sísmico de edificios, y su aplicación a un edificio de concreto armado” (Alfaro, 2017), también concluye que la norma chilena tiene valores menores con respecto a las deformaciones y derivas de entrepiso que la norma peruana.

Podemos concluir entonces que la norma chilena tiene menores valores con respecto a las deformaciones y derivas de entrepiso que la norma peruana. Esto influye en que la estructura no estaría menos sobredimensionada, más ligera y dúctil. Cabe mencionar también que es muy importante el factor de reducción R. Este factor R juega un papel importante al calcular el espectro ya

Figura 50: Contratación de resultados con antecedentes de la investigación.  
Fuente: (Alfaro, 2017)

Además, la investigación “Comparison of seismic codes of Japan, USA and Iran” (Faizian y Ishiyama, 2004), define que el factor de importancia no está incluido en la norma de Japón, así como esta investigación ya lo ha mencionado líneas atrás.

**SUMMARY AND CONCLUSIONS**

The main factors, which constitute the seismic load provisions of ICS, BSLJ and IBC, have been presented and compared. While the three codes differ in detail, they have essential common features and are comparable. The ICS is quit similar to IBC, but there is difference between these two and Japanese BSLJ. All of them include the effect of seismic risk, spectral contents, structural behavior and soil/foundation for seismic load. The importance of a building is included in ICS and IBC but not in BSLJ. The other compared effects are torsion, story drift limitation and dynamic analysis.

Figura 51: Contratación de resultados con antecedentes de la investigación.  
Fuente: (Faizian y Ishiyama, 2004)

# CAPÍTULO V

## 5. CONCLUSIONES

Se resuelven las conclusiones para cada objetivo específico planteado:

### 5.1 CONCLUSIÓN 1

La fuerza cortante en la base para el edificio de la investigación, en dirección X-X con sistema dual de concreto armado de diez niveles con análisis estático, se encuentra que, la norma de Japón y Estados Unidos presentan la mayor fuerza cortante estática frente a las demás normas sísmicas, seguida de Perú y Chile, respectivamente. En la dirección Y-Y para el edificio de la investigación, con sistema de muros estructurales de concreto armado de diez niveles, la norma de Estados Unidos crece. En el análisis dinámico, las normas de Estados Unidos y Japón presentan la mayor fuerza cortante dinámica frente a las demás normas sísmicas, seguida de Perú y Chile respectivamente.

### 5.2 CONCLUSIÓN 2

Para el espectro de diseño sísmico, se encuentra que, para la edificación con dirección X-X, El espectro de diseño de Perú para periodos cortos en la zona 1 es la menos exigente, frente a los demás espectros, esto debido a que el factor de zona 1 es 0.1. El espectro de diseño de Estados Unidos para periodos cortos en la zona 6, es la más rigurosa, esto debido que posee los factores  $S_s$  y  $S_1$  más altos. La norma de Japón para periodos largos en la zona 4 es la más rigurosa, esto debido que su factor de zona es igual a 1.0, que es 10 veces la zona menor de Perú, si comparamos el espectro de diseño mayor con el espectro de diseño menor aproximadamente tiene la misma relación.

### 5.3 CONCLUSIÓN 3

Para los desplazamientos laterales relativos máximos, para la estructura analizada se encuentra que, la estructura presenta mayor deformación y desplazamientos en dirección X-X frente al espectro de diseño de la norma de Estados Unidos de zonas 5 y 6, seguida de Japón con zonas 4. Se observa que en la dirección Y-Y, ocurre de igual manera, la estructura presenta mayor deformación frente al espectro de diseño de la norma Japón y Estados Unidos, dependiendo del tipo de suelo rígido, intermedio o blando, respectivamente.

La norma peruana es la más exigente en el control de desplazamientos laterales para periodos cortos, entre 0.506 segundos a 0.531 segundos, frente a las normas de Chile, Estados Unidos y Japón, para tipos de suelo rígido, intermedio y blando.

## CAPÍTULO VI

### 6. RECOMENDACIONES

- 6.1.1 Para la fuerza cortante, se recomienda estudiar la estructura con otras normas sísmicas reconocidas internacionalmente.
- 6.1.2 Se recomienda que, para futuros estudios, se pueda analizar la estructura con diferentes espectros de diseño sísmico.
- 6.1.3 Se recomienda utilizar esta investigación para diferentes materiales de la edificación, como acero o albañilería.
- 6.1.4 Sería provechoso emplear esta investigación y comparar la norma sísmica peruana con otras normas sísmicas importantes como los de México, Ecuador, Nueva Zelanda y Euro Code 8.

## CAPÍTULO VII

### 7. REFERENCIAS

*Acero, M. (2004). Comparación de las normas sísmicas más utilizadas para puentes continuos en el Perú y sus métodos de análisis.*

*Alfaro, V. (2017). Estudio comparativo de la norma peruana de diseño sismorresistente y la norma chilena de diseño sísmico de edificios, y su aplicación a un edificio de concreto armado. Tacna: Universidad Privada de Tacna.*

*Bazán y Meli, E. (2004). Diseño sísmico de edificios. México: LIMUSA.*

*BSLJ, T. (2000). Building Standard Law of Japan.*

*Chopra, A. (1980). Dynamic of Structures. Earthquake Engineering Research Institute.*

*CORPORACIÓN IDS, S. (2012). Estudio de Mecánica de Suelos de la Nueva Sede de Senati CFP Puno. Salcedo Puno.*

*E.030. (2016). Reglamento Nacional de Edificaciones - E.030 Diseño Sismorresistente. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.*

*Enrique, W. (1989). Diseño de estructuras sismorresistentes. México: Mc GRAW HILL.*

*Faizian y Ishiyama, Y. (2004). Comparison of seismic codes of 1981 Japan (BSLJ). 2000 USA (IBC) and 1999 Iran (ICS). Vancouver - Canada: Conference on Earthquake Engineering.*

*Falconi, R. (2008). Análisis sísmico de edificios. QUITO: Centro de investigaciones científicas.*

*FIB, F. i. (August 2013). Critical comparison of major seismic codes for buildings.*

- García y Moscoso, M. (2016). Análisis comparativo de la respuesta sísmica de distorsiones de entrepiso y fuerzas cortantes de una edificación de concreto armado con sistema dual, mediante los análisis sísmico dinámico, aplicado con la norma de diseño sismorresistente y norma chilena. Cusco: U. Andina Cusco.*
- Google Maps, G. (2018). <https://maps.google.com/>.*
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.*
- IBC/ASCE7, A. (2016). Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and other Structures.*
- Insúa, L. (2004). Control de la deriva en las normas de diseño sismorresistente. Lima - Perú: PUCP.*
- Ishiyama, Y. (2011). Introduction to earthquake engineering and seismic codes in the world.*
- Lanza, F. (2003). Estudio comparativo de la norma sismorresistente venezolana actual con códigos de otros países.*
- Lopez, M., & Matheus, A. (2013). Evaluación del impacto en la selección de normas sísmicas para el diseño de estructuras en instalaciones industriales. Caracas - Venezuela: UCAB.*
- Málaga, J. (2015). Estudio comparativo de distintas normas internacionales respecto de la aplicación de los espectros sísmicos de respuesta. Madrid - España: U. Politécnica Madrid.*
- Monroy, M., & Bolaños, A. (2004). Demandas sísmicas con peligro uniforme en el Perú.*

*Navarro, E., & Fernandez, A. (2006). Desempeño sísmico de un edificio aporticado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones. Lima - Perú: PUCP.*

*NCh433, N. (2012). Norma Chilena Oficial. Diseño Sísmico de Edificios. Instituto Nacional de Normalización.*

*Perez, S. (2012). Correlaciones empíricas entre la velocidad de propagación de las ondas  $s$  (vs) y otros parámetros geotécnicos para los suelos.*

*Valarezo, M., Suarez, V., Zapata, Y., & Morocho, J. (2000). Análisis comparativo de porticos diseñados con varios códigos sismorresistentes. Loja - Ecuador: UTPL.*



# **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**RESUMEN NORMAS**  
**SÍSMICAS**

**TABLA A.1. NORMA SÍSMICA PERU. RNE E030 – 2016**

	PARAMETRO	FORMULA	OBSERVACIONES					
			ZONA		Z (g)			
Parámetros Sísmicos	Factor de Zona	Z	1		0.10			
			2		0.25			
			3		0.35			
			4		0.45			
	Factor De Suelo	S	Suelo	Descripción		$T_p$	$T_L$	S (ZON A 3)
			$S_0$	Roca dura		0.3	3.0	0.80
			$S_1$	Suelos muy rígidos		0.4	2.5	1.00
			$S_2$	Suelos intermedios		0.6	2.0	1.15
			$S_3$	Suelos blandos		1.0	1.6	1.20
			$S_4$	Condiciones Excepcionales		(*)	(*)	(*)
	Coeficiente De Amplificación Sísmica	C	$T < T_p$		$T_p < T < T_L$		$T_L < T$	
			$C = 2.5$		$C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$		$C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$	
	Factor de uso o importancia	U	Categoría	Edificaciones		U		
			A	Esenciales		1.5		
B			Importantes		1.3			
C			Comunes		1.0			
D			Menores		(**)			
Factor De Reducción De Fuerzas Sísmicas	$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$	Concreto Armado:				$R_0 = 8$		
		Pórticos				$R_0 = 7$		
		Dual				$R_0 = 6$		
		Muros Estructurales				$R_0 = 6$		
		Muros de Ductilidad Limitada				$R_0 = 4$		
Piso blando o Piso débil				$I_a = 0.75$				
Irregularidad masa o peso				$I_a = 0.90$				
Geometría Vertical				$I_a = 0.90$				
Discontinuidad en sistemas				$I_a = 0.80$				
Irregularidad torsional				$I_p = 0.75$				
Esquinas entrantes				$I_p = 0.90$				
Discontinuidad diafragma				$I_p = 0.85$				
Sistemas no paralelos				$I_p = 0.90$				
Análisis Estático	Fuerza Cortante en la base	$V = \frac{ZUCS}{R} P$	$\frac{C}{R} \geq 0.125$					
	Periodo Fundamental Estimado	$T = \frac{h_n}{C_T}$	Pórticos Pórticos y cajas de ascensor Dual, muros de corte, MDL			$C_T = 35$ $C_T = 45$ $C_T = 60$		
Análisis Dinámico	Aceleración Espectral	$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$						

(\*) Los valores serán establecidos por el especialista

(\*\*) En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez a criterio del proyectista

**TABLA A.2. NORMA SÍSMICA CHILE. NCh 433 Of. 96 - 2012**

	PARAMETRO	FORMULA	OBSERVACIONES					
Parámetros Sísmicos	Factor de Zona	$A_0$	<i>Zona Sísmica</i>			$A_0$		
			1			0.20 g		
			2			0.30 g		
			3			0.40 g		
	Factor De Suelo	$S$	Suelo*	$S$	$T_0$	$T'$	$n$	$p$
			A	0.90	0.15	0.20	1.00	2.0
			B	1.00	0.30	0.35	1.33	1.5
			C	1.05	0.40	0.45	1.40	1.6
			D	1.20	0.75	0.85	1.80	1.0
			E	1.30	1.20	1.35	1.80	1.0
F	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)			
Coeficiente Sísmico	$C$	$\frac{SA_0}{6g} \leq C = \frac{2,75 \cdot SA_0}{g \cdot R} \cdot \left(\frac{T'}{T^*}\right)^n$ $C_{max} = 0.35 \frac{SA_0}{g} \rightarrow R = 7$						
Factor de uso o importancia	$I$	Categoría	Construcciones			$I$		
		I	Aisladas o Provisionales			0.6		
		II	Habitación Privada			1.0		
		III	Bibliotecas, Museos, Estadios, etc.			1.2		
IV	Hospitales, bomberos, policía, etc.			1.2				
Factor De Modificación de Respuesta	$R, R_0$	Concreto Armado			$R = 7$ $R_0 = 11$			
Análisis Estático	Fuerza Cortante en la base	$Q_0$	$Q_0 = C \cdot I \cdot P$			$P$ : Peso de la estructura		
	Periodo Fundamental Estimado	$T^*$	$T^* = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{P}{g \cdot k}}$			$k$ : rigidez		
Análisis Dinámico	Aceleración Espectral	$S_a$	$S_a = \frac{S \cdot A_0 \cdot \alpha}{\left(\frac{R^*}{I}\right)}$					
	Factor de Amplificación dinámico	$\alpha$	$\alpha = \frac{1 + 4.5 \left(\frac{T_n}{T_0}\right)^p}{1 + \left(\frac{T_n}{T_0}\right)^3}$			$T_n$ : período de vibración del modo $n$		
	Factor de Reducción Dinámico	$R^*$	$R^* = 1 + \frac{T^*}{0.10T_0 + \frac{T^*}{R_0}}$			$T^*$ : período del modo con mayor masa traslacional equivalente en dirección de análisis.		

\*Suelo A: Roca, Suelo B: Roca blanda, Suelo C: Suelo denso, Suelo D: Suelo Medianamente denso, Suelo E: Suelo de Compacidad mediana, Suelo F: Suelos especiales.

(\*) Los valores serán establecidos por el especialista

**TABLA A.3. NORMA SÍSMICA EEUU. IBC 2015 ASCE 7-16**

	PARAMETRO	FORMULA	OBSERVACIONES						
Parámetros Sísmicos	Coeficiente De Suelo	$S_{MS} = F_a \cdot S_s$ $S_{M1} = F_v \cdot S_1$	Suelo (1)	$F_a$ para distintos valores de $S_s$ (2)					
				$S_s \leq 0.25$	$S_s = 0.5$	$S_s = 0.75$	$S_s = 1.0$	$S_s = 1.25$	$S_s \geq 1.5$
			A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
			B	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
			C	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
			D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
			E	2.4	1.7	1.3	*	*	*
				Suelo (1)	$F_v$ para distintos valores de $S_1$ (2)				
				$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 = 0.5$	$S_1 \geq 0.6$
			A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	B	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
	C	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4		
	D	2.4	2.2*	2.0*	1.9*	1.8*	1.7*		
	E	4.2	*	*	*	*	*		
	Factor de uso o importancia	$I_e$	Categoría	Ocupación del edificio			$I_e$		
I			Aisladas o Provisionales			1.00			
II			Edificaciones comunes			1.00			
III			Escuelas, cárceles, asambleas, etc			1.25			
IV			Hospitales, aeropuertos, depósitos, etc			1.50			
Modificación de Respuesta	$R$	Concreto Armado: Pórticos con muros estructurales		$R = 3$					
Análisis Estático	Fuerza Cortante en la base	$V = C_s \cdot W$	$0.01 \leq 0.044 S_{DS} \cdot I_e \leq C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$		$C_{Smax} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e}\right)} \rightarrow T \leq T_L$ $C_{Smax} = \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \rightarrow T > T_L$				
	Periodo Fundamental Aproximado	$T_a = C_t \cdot h_n^x$	Tipo Estructura		$C_t$	$x$			
			Pórtico Acero		0.0724	0.80			
			Pórticos de Concreto		0.0466	0.90			
			Pórticos arriostrados de acero		0.0731	0.75			
			Otros		0.0488	0.75			
$T_a^{(*)} = 0.1N$		$N$ : Números de entrepisos							
Análisis Dinámico	Aceleración espectral	$S_a$	$S_a = S_{DS} \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0}\right) \rightarrow T < T_0$ $S_a = S_{DS} \rightarrow T_0 \leq T < T_S$ $S_a = \frac{S_{D1}}{T} \rightarrow T_S < T \leq T_L$ $S_a = \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2} \rightarrow T_L < T$		$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$ $T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$	$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$ $S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1}$			

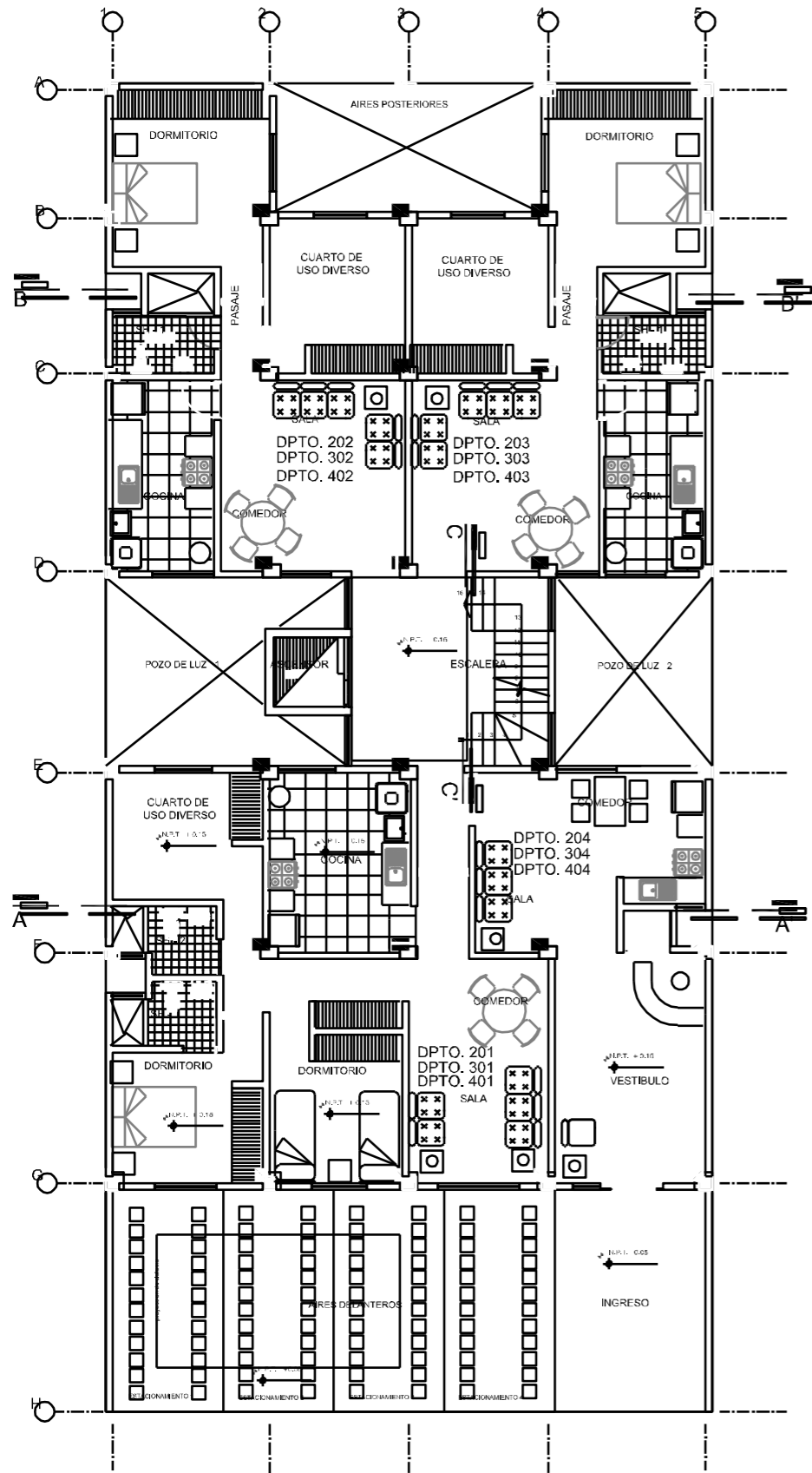
(1) Suelo A: Suelo A: Roca dura, Suelo B: Roca, Suelo C: Roca Blanda, Suelo D: Suelo rígido, Suelo E: Suelo de arcilla blanda. (2)  $S_s$  y  $S_1$  son aceleraciones de suelo para periodos cortos y de 1 s, respectivamente.

\* Requiere asesoría de un especialista. (\*) Fórmula alternativa para edificios con un máximo de 12 pisos.

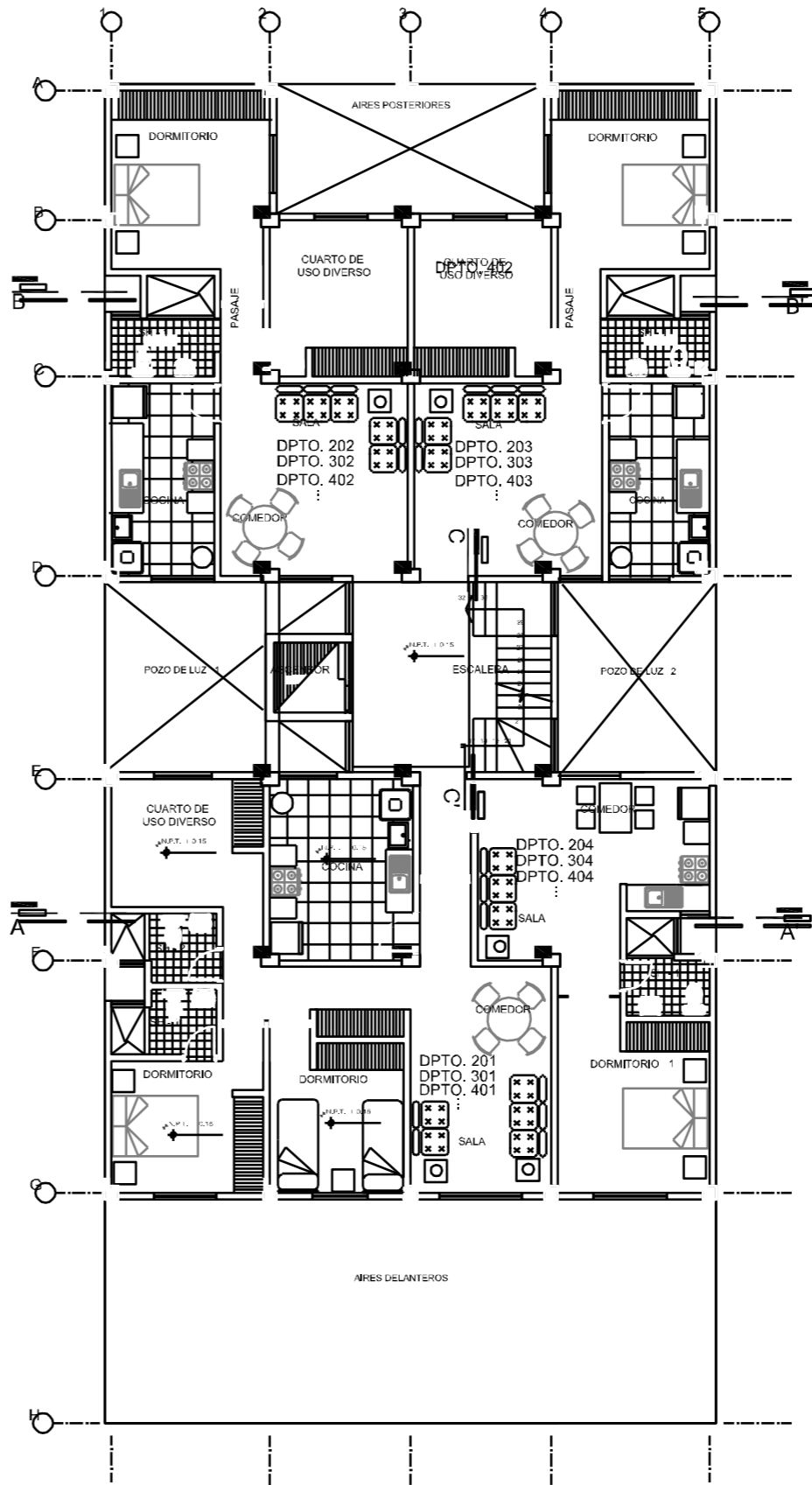
**TABLA A.4. NORMA SÍSMICA JAPÓN. BLSJ 2013**

	PARAMETRO	FORMULA	OBSERVACIONES			
Parámetros Sísmicos	Factor de Zona	Z	ZONA		Z (g)	
			A		1.0	
			B		0.9	
			C		0.8	
			Okinawa		0.7	
	Coefficiente Sísmico de Corte Lateral	$C_i$	$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$			
	Período Crítico	$T_c$	Perfil de Suelo	Características de Suelo		$T_c$
			<i>Suelo Duro</i>	Suelo compuesto de roca, grava arenosa dura, etc. clasificados como más antiguos.		0.4
			<i>Suelo Medio</i>	Otros tipos que no sean suelos duros o suelos suaves		0.6
			<i>Suelo Blando</i>	Aluvión que consiste en depósitos blandos, tierra vegetal, lodo o similares (incluidos los rellenos) cuya profundidad es de 30 metros o más, tierras obtenidas por recuperación de un pantano, donde la profundidad del terreno recuperado es de 3 metros o más y donde no han transcurrido 30 años desde el momento de recuperación		0.8
Factor de distribución de corte lateral por entrepiso	$A_i$	$A_i = 1 + \left( \frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i \right) \cdot \frac{2T}{1 + 3T}$ $\alpha_i = \frac{w_i}{w}$				
Coefficiente Estándar de Corte	$C_0$	$C_0 \geq 0.2$ $C_0 \geq 1.0$	<i>para sismos moderados</i> <i>para sismos severos</i>			
Análisis Estático	Fuerza Cortante en la base	$Q_i$	$Q_i = C_i \cdot W_i$		$C_i$ : Coeficiente Sísmico de Corte Lateral $W_i$ : Peso del edificio	
	Periodo Natural Fundamental	$T$	$T = h(0.02 + 0.01\lambda)$		$\lambda = 0.0$ (concreto) $\lambda = 1.0$ (acero)	
Análisis Dinámico	Coeficiente De Diseño Espectral	$R_t$	$T < T_c$	$T_c \leq T \leq T_c$		$2T_c < T$
			$R_t = 1$	$R_t = 1 - 0.2 \cdot \left( \frac{T}{T_c} - 1 \right)^2$		$R_t = \frac{1.6 \cdot T_c}{T}$

**ANEXO B**  
**PLANOS**  
**ARQUITECTURA**



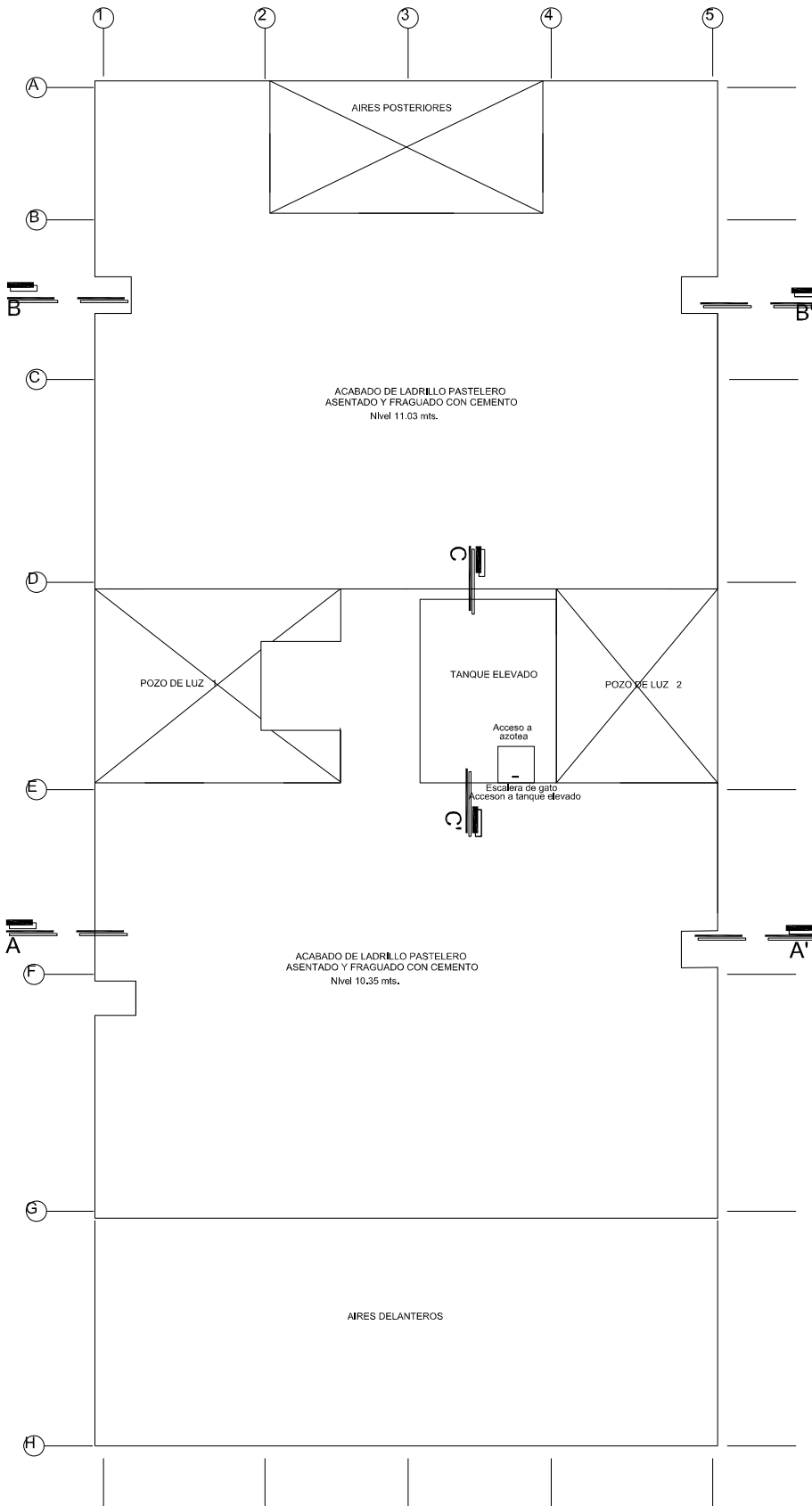
PLANTA 2do-8to PISO  
(ver escala de numeración)  
Escala 1/50



PLANTA 2do-10mo PISO  
(ver escala de numeración)  
Escala 1/50

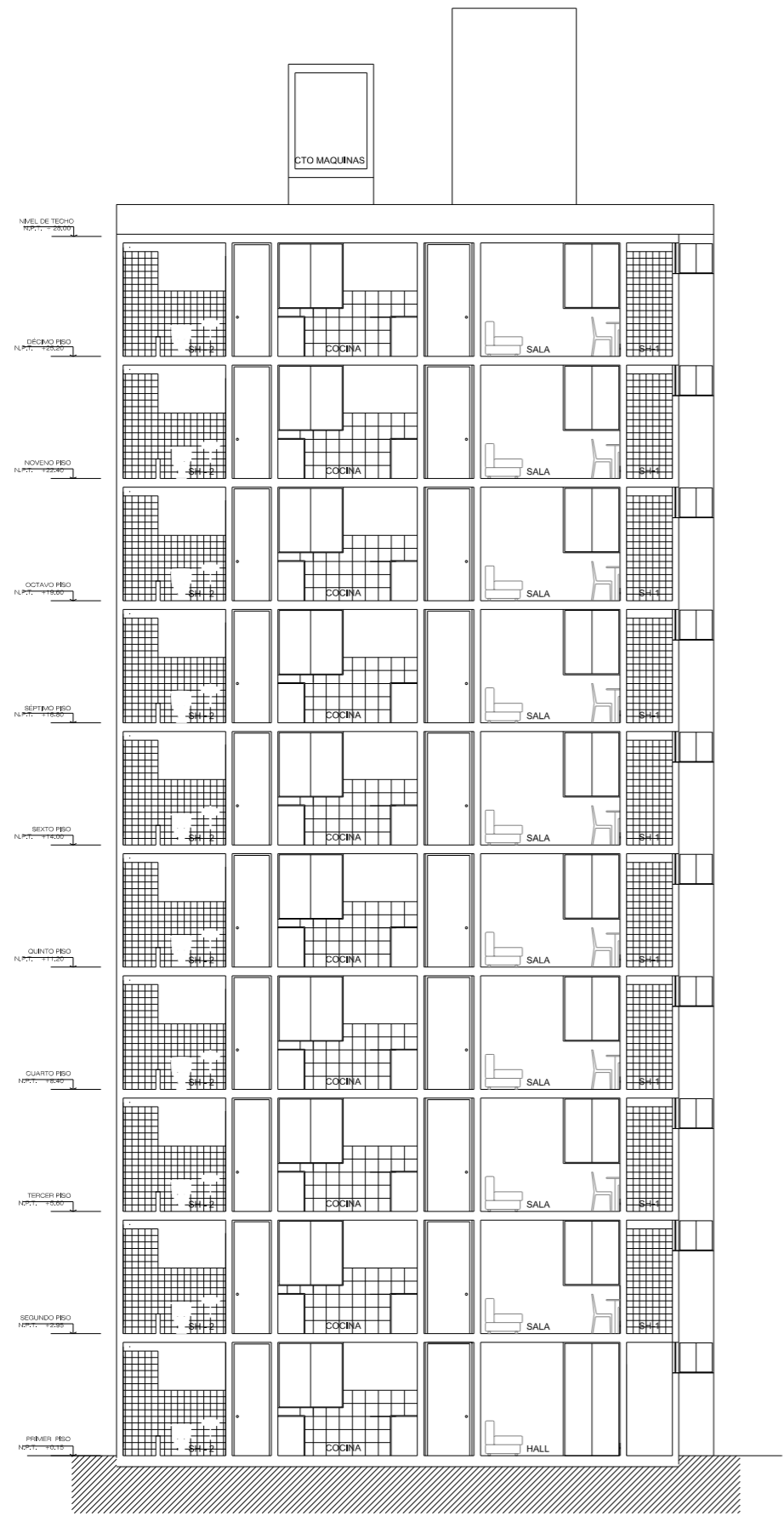
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TEMA DE TESIS EN EL ÁREA DE CONSTRUCCIONES PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL		
BACH. SUSAN ELISA CUTIPA QUISPE		A-01
EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS		
ARQUITECTURA	1:75	MARZO-2018



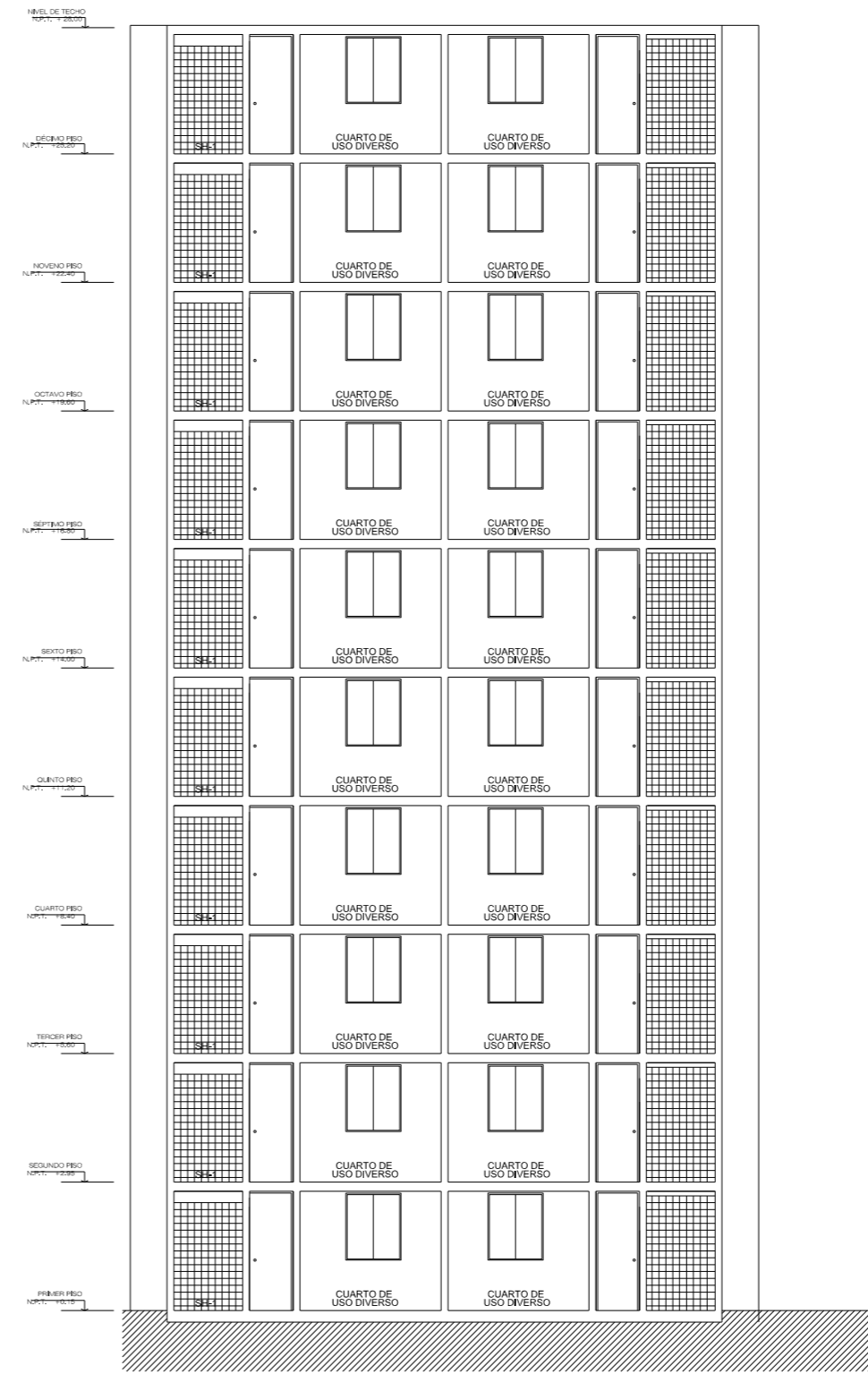


PLANTA TECHOS  
( VER NIVELES EN ELEVACION)  
ESCALA 1/50

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		LAMINA
TEMA DE TESIS EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL		<b>A-02</b>
PRESENTADO POR: BACH. SUSAN ELISA CUTIPA QUISPE		
PROYECTO: EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS	PLANO: PLANTA TECHOS	EQUIP: MARZO-2018
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	ESCALA: 1:75	

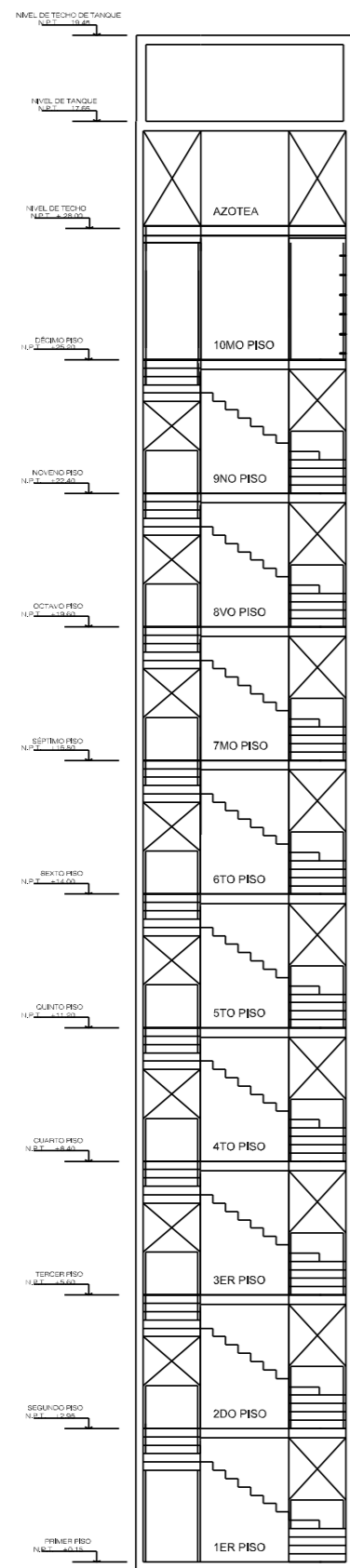


CORTE A-A'  
ESC. 1:75

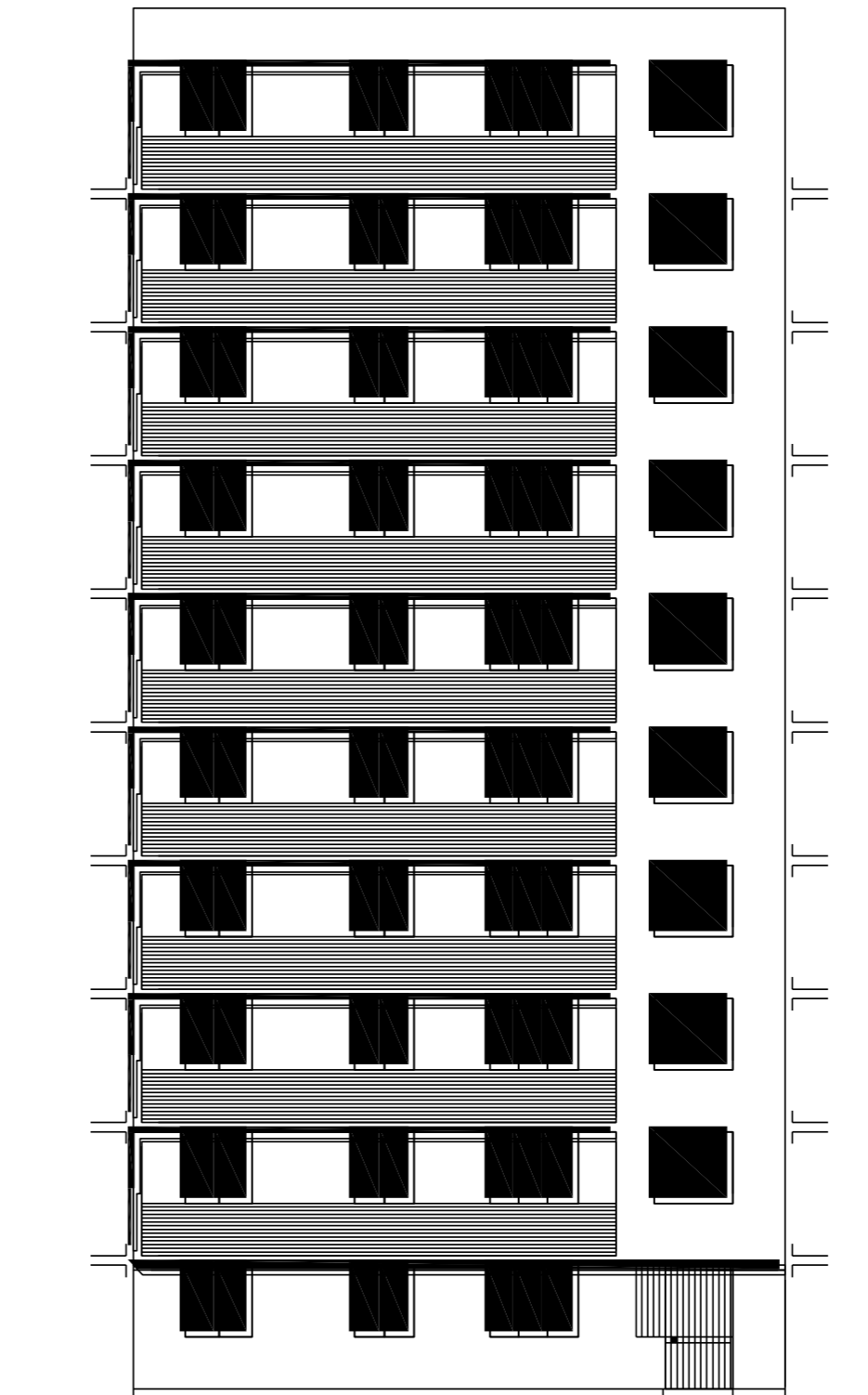


CORTE B-B'  
ESC. 1:75

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO			LÁMINA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA			A-03
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA DE TESIS EN EL ÁREA DE ESTRUCTURAS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL		FECHA: MARZO-2018	
PRESENTADO POR:	BACH. SUSAN ELISA CUTIPA QUISPE		
PROYECTO:	EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS	PLANO:	CORTES
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	ESCALA:	1:75



CORTE C-C'  
ESC. 1/75



ELEVACION PRINCIPAL  
ESC. 1/75

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO			LUMBA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA			
TEMA DE TESIS EN EL AREA DE ESTRUCTURAS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL			A-04
PROFESORADO:	BACH. SUSAN ELISA CUTIPA QUISPE		
PROYECTO:	EDIFICIO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 PISOS	TIPO: CORTES Y ELEVACION	MARZO-2018
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	ESCALA: 1/75	

**ANEXO C**  
**COMPROBACIÓN**  
**SISTEMA**  
**ESTRUCTURAL**

**COMPROBACIÓN TIPO SISTEMA ESTRUCTURAL DIRECCIÓN X-X**

<b>ELEMENTO</b>	<b>TIPO</b>	<b>Kgf</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>%</b>
67	COL	969.86		
144	COL	1404.82		
221	COL	1370.34		
298	COL	1403.74		
375	COL	968.99		
56	COL	1065.5		
133	COL	1456.32		
210	COL	1310.94		
287	COL	1452.42		
364	COL	1058.17		
45	COL	1322.01		
122	COL	30603.17		
199	COL	26969.28		
276	COL	30664.8		
353	COL	1302.57		
34	COL	1117.68	221978.05	35%
111	COL	3778.51	kgf	
188	COL	2169.57		
265	COL	12019.89		
342	COL	908.93		
23	COL	1163.74		
100	COL	2696.3		
177	COL	8633.74		
254	COL	12145.41		
331	COL	14645.4		
12	COL	1031.71		
89	COL	18982.73		
166	COL	14732.9		
243	COL	13422.52		
320	COL	950.93		
1	COL	971.92		

78	COL	4521.91		
155	COL	2212.3		
232	COL	1667.59		
309	COL	881.44		
8413	PLACA	27261.14		
8419	PLACA	26147.52		
8423	PLACA	24640.6		
8429	PLACA	24611.19		
8433	PLACA	26110.08		
8437	PLACA	27260.49		
9035	PLACA	550.03		
9031	PLACA	394.23		
9027	PLACA	380.31		
9023	PLACA	506.42		
8673	PLACA	554.1		
8669	PLACA	407.49		
8665	PLACA	382.09		
8659	PLACA	468.01		
2030	PLACA	9071.81	408538.17	
8352	PLACA	6732.59	kgf	65%
818	PLACA	7570.05		
8096	PLACA	7095.41		
8090	PLACA	11021.24		
2005	PLACA	741.15		
816	PLACA	7594.55		
2055	PLACA	6103.39		
736	PLACA	9791.16		
9351	PLACA	11448.23		
9392	PLACA	6104.03		
2084	PLACA	11042.1		
8281	PLACA	6672.62		
9352	PLACA	8774.71		
9400	PLACA	7648.95		

2029	PLACA	16084.58
2054	PLACA	16053.48
2257	PLACA	13817.49
737	PLACA	7765.3
8210	PLACA	6120.38
8844	PLACA	424.7
8840	PLACA	309.39
8836	PLACA	266.43
8832	PLACA	291.72
8828	PLACA	400.07
9534	PLACA	9202.35
9608	PLACA	3980.85
9535	PLACA	7288.17
9536	PLACA	6321.86
9537	PLACA	6648.91
9538	PLACA	4190.53
9539	PLACA	7503.95
9203	PLACA	441.45
9199	PLACA	314.75
9195	PLACA	269.21
9191	PLACA	300.75
9187	PLACA	421.7
9830	PLACA	8201.34
9977	PLACA	2379.15
10048	PLACA	2708.93
9912	PLACA	9745.04
TOTAL		630516.22

*Fuente: Elaboración propia*

En la dirección X-X se adopta como sistema dual, compuesto de pórticos y muros estructurales que resisten el 35% y 65% de la fuerza cortante, respectivamente

**COMPROBACIÓN TIPO SISTEMA ESTRUCTURAL DIRECCIÓN Y-Y**

<b>ELEMENTO</b>	<b>TIPO</b>	<b>Kgf</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>%</b>
67	COL	205.42		
144	COL	295.5		
221	COL	295.62		
298	COL	307.38		
375	COL	213.13		
56	COL	165.42		
133	COL	233.25		
210	COL	233.34		
287	COL	286.28		
364	COL	222.35		
45	COL	221.97		
122	COL	4181.34		
199	COL	3817.01		
276	COL	4055.62		
353	COL	404.06		
34	COL	512.85	46796.92 kgf	30%
111	COL	1670.3		
188	COL	260.13		
265	COL	2134.96		
342	COL	272.71		
23	COL	224.61		
100	COL	2309.2		
177	COL	1941.2		
254	COL	3369.52		
331	COL	2466.89		
12	COL	319.48		
89	COL	4668.88		
166	COL	3502.03		
243	COL	3217.94		
320	COL	303.42		
1	COL	503.69		



78	COL	1751.57		
155	COL	880.13		
232	COL	737.04		
309	COL	612.68		
8413	PLACA	3816.03		
8419	PLACA	3618.03		
8423	PLACA	3454.9		
8429	PLACA	3504.3		
8433	PLACA	3717.79		
8437	PLACA	3718.19		
9035	PLACA	68.92		
9031	PLACA	45.13		
9027	PLACA	71.1		
9023	PLACA	151.7		
8673	PLACA	116.72		
8669	PLACA	60.82		
8665	PLACA	42.55		
8659	PLACA	70.1		
2030	PLACA	2154.42	105504.73	
8352	PLACA	757.43	kgf	70%
818	PLACA	1651.57		
8096	PLACA	5714.41		
8090	PLACA	5749.3		
2005	PLACA	103.25		
816	PLACA	1423.76		
2055	PLACA	6279.71		
736	PLACA	6263.41		
9351	PLACA	2157.7		
9392	PLACA	986.61		
2084	PLACA	3457.87		
8281	PLACA	2237.78		
9352	PLACA	1432.75		
9400	PLACA	1219.56		


2029	PLACA	3875.85
2054	PLACA	3834.9
2257	PLACA	3268.42
737	PLACA	1807.76
8210	PLACA	1433.33
8844	PLACA	114.91
8840	PLACA	82.35
8836	PLACA	79.7
8832	PLACA	111.2
8828	PLACA	190.13
9534	PLACA	3643.07
9608	PLACA	1604.04
9535	PLACA	2866.79
9536	PLACA	2648.06
9537	PLACA	2347.25
9538	PLACA	2560.07
9539	PLACA	2579.35
9203	PLACA	136.81
9199	PLACA	92.84
9195	PLACA	80.08
9191	PLACA	99.14
9187	PLACA	161.43
9830	PLACA	3322.76
9977	PLACA	923.57
10048	PLACA	579.76
9912	PLACA	3015.35
TOTAL		152301.65

*Fuente: Elaboración propia*

En la dirección Y-Y se adopta como sistema MUROS ESTRUCTURALES, porque los muros resisten el 70% de la fuerza cortante.

# **ANEXO D**


# **NORMAS SÍSMICAS**

FUNDADO EL 22 DE OCTUBRE DE 1825  POR EL LIBERTADOR SIMÓN BOLÍVAR

# El Peruano

1825-2015. LA HISTORIA PARA CONTAR | DIARIO OFICIAL

AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU Domingo 24 de enero de 2016



Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**DECRETO SUPREMO  
N° 003-2016-VIVIENDA**

**DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA  
LA NORMA TÉCNICA E.030 “DISEÑO  
SISMORRESISTENTE” DEL REGLAMENTO  
NACIONAL DE EDIFICACIONES,  
APROBADA POR DECRETO SUPREMO  
N° 011-2006-VIVIENDA, MODIFICADA CON  
DECRETO SUPREMO  
N° 002-2014-VIVIENDA**

**NORMAS LEGALES**

**SEPARATA ESPECIAL**

*Figura 52: Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma técnica E.030 "Diseño sismorresistente".*

*Fuente: (E.030, 2016)*

---

**NORMA CHILENA OFICIAL**

***NCh* 433.Of1996  
Modificada en 2012**

---

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION • INN-CHILE

---

## **Diseño sísmico de edificios**

***Earthquake resistant design of buildings***

Primera edición : 1996  
Reimpresión : 2005  
Segunda edición : 2009  
Tercera edición : 2012

---

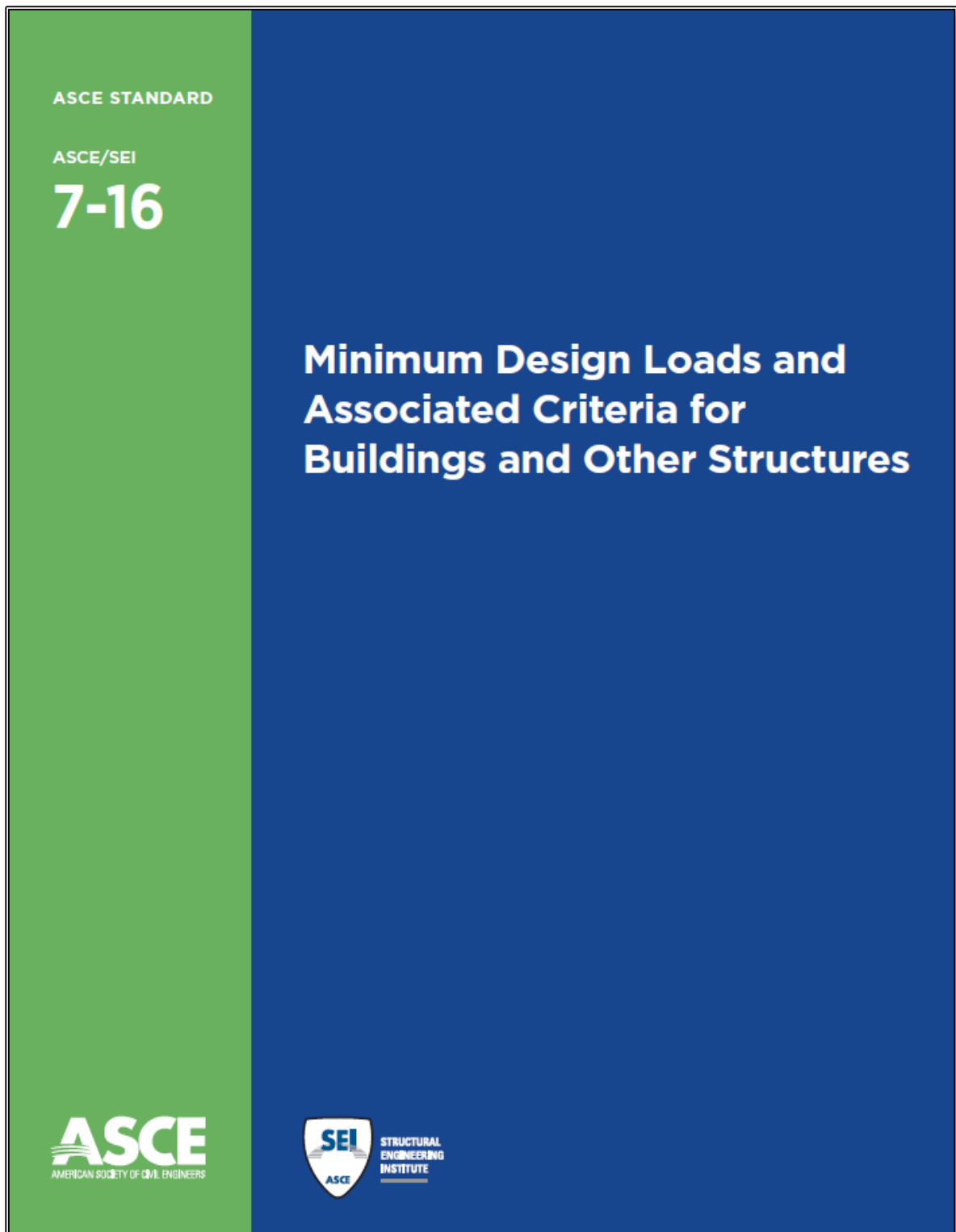
CIN 91.080

COPYRIGHT © 2012: INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN  
Dirección : Matías Cousiño Nº 64, 6º Piso, Santiago, Chile  
Web : [www.inn.cl](http://www.inn.cl)  
Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)

\* Prohibida reproducción y venta \*

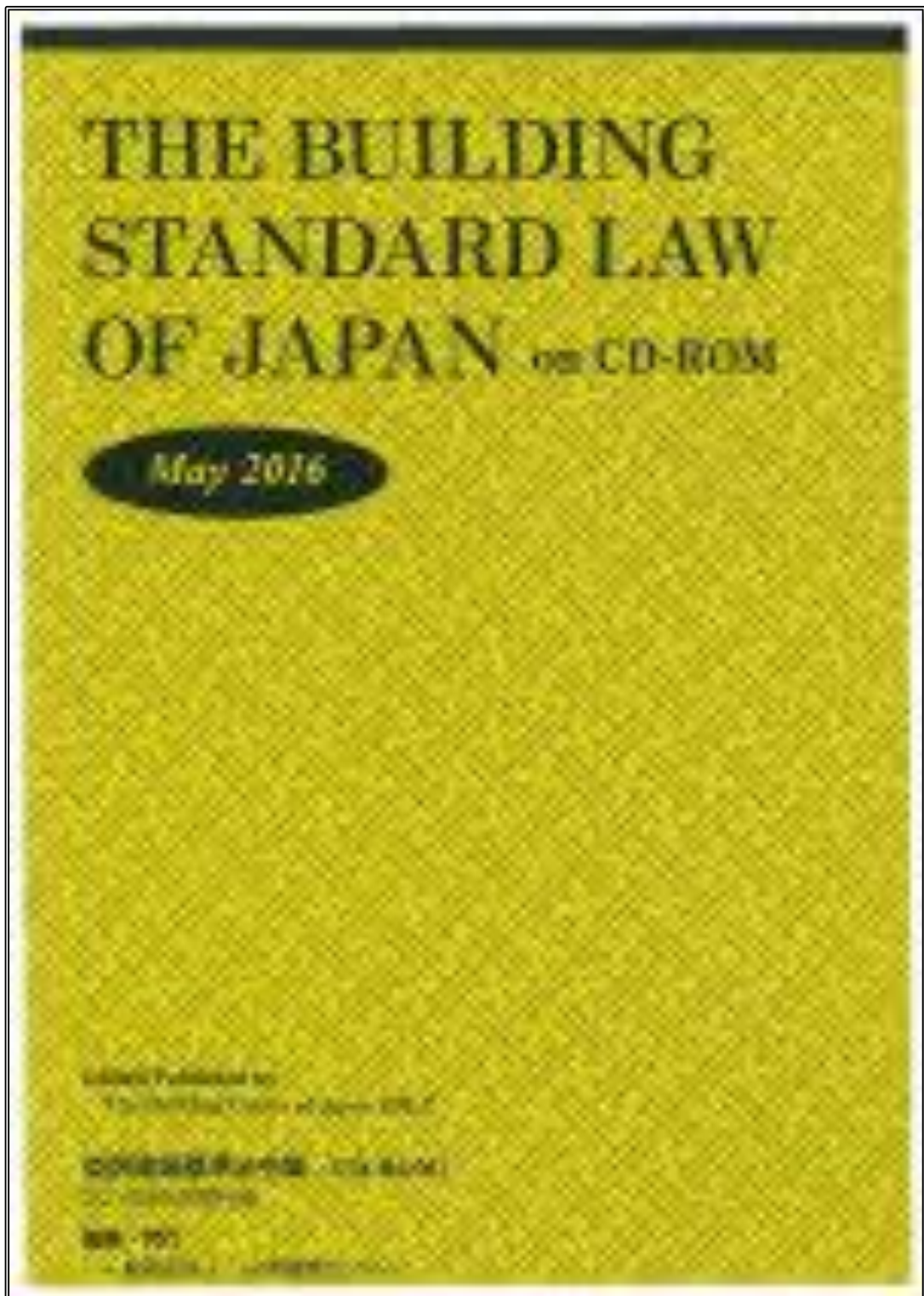
*Figura 53: Norma Chile Oficial, Instituto Nacional de Normalización. Diseño sísmico de edificios. NCh 433 Of. 1996, modificada en 2012.*

*Fuente: (NCh433, 2012)*



*Figura 54: Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. ASCE/SEI 7-16.*

*Fuente: (IBC/ASCE7, 2016)*



*Figura 55: The Building Standard Law of Japan, 2000.*

*Fuente: (BSLJ, 2000)*