

ÍNDICE

EXPOSITION AND SUMMARY OF DOCTORAL THESIS	8
LISTADO DE FIGURAS	17
LISTADO DE TABLAS	21
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.....	22
Chapter I.....	26
1. Introduction.....	26
1.1. Motivation	27
1.2. Objectives and approach	29
1.3. Structure of the Thesis.....	30
Capítulo II	32
2. El fenómeno del pandeo.....	32
2.1. Introducción.....	32
2.2. La teoría de Euler	34
2.2.1. Limitación de la teoría de Euler.....	39
2.3. Comportamiento real del pandeo	43
2.4. El fenómeno del pandeo en vías férreas	46
2.4.1. Tipologías de vía	50
2.4.2. El carril continuo soldado.....	52
2.4.3. Ecuaciones generales	58
2.4.4. Fuerza axial en el plano longitudinal.....	59
2.4.5. Zona de respiración.....	61
2.4.6. Desplazamientos en la zona de respiración	63
2.5. Causas del pandeo en vías	66
2.5.1. Operaciones que modifican la respuesta de la vía.....	69
2.6. Frecuencia y accidentalidad del pandeo.....	70
3. La teoría de la estabilidad transversal	75
3.1. Introducción.....	75
3.2. Vía sin defectos de alienación. Carga teórica de pandeo	78
3.3. Comportamiento característico de la vía frente al pandeo.....	80
3.4. Resistencia transversal	86
3.4.1. Influencia de la calidad de vía	90
3.4.2. Influencia de las cargas verticales	93

3.4.3.	Influencia de la banqueta de balasto	95
3.4.4.	Influencia de la operación de bateo.....	97
3.4.5.	Influencia del tipo de traviesas	99
3.4.6.	Influencia del coeficiente de rozamiento traviesa-balasto	101
3.5.	Metodologías para la evaluación de la resistencia transversal	102
4.	Estudios previos y modelización del pandeo de vía	105
4.1.	Introducción.....	105
4.2.	Modelos para la determinación de la carga de pandeo	107
4.3.	Software para el cálculo del pandeo.....	115
4.3.1.	CWERRI	116
4.3.2.	CWR-SAFE	117
4.4.	Conclusiones	119
Capítulo III	122	
5.	La vía de doble ancho.....	122
5.1.	Introducción.....	122
5.2.	Superestructura de vía de doble ancho	123
5.3.	Desvíos y aparatos de vía.....	126
5.3.1.	Cambiadores de hilo	129
Capítulo IV	131	
6.	Modelo analítico.....	131
6.1.	Descripción del modelo	131
6.2.	Formulación e hipótesis realizadas.....	138
6.2.1.	Consideraciones adicionales	141
6.3.	Valores de entrada.....	143
6.4.	Conclusiones	145
7.	Modelo numérico	147
7.1.	Descripción del modelo	148
7.1.1.	Carriles	150
7.1.2.	Sujeciones	151
7.1.3.	Traviesas	152
7.1.4.	Balasto.....	153
7.2.	Metodología e hipótesis consideradas	154
7.2.1.	Condiciones de contorno y cargas	156
7.2.2.	Proceso de cálculo	157
7.3.	Valores de entrada.....	160
7.4.	Conclusiones	162

Capítulo V	163
8. Estudio de resultados y riesgo de pandeo	163
8.1. Metodología de estudio y variables estudiadas	164
8.2. Análisis del pandeo en función de la resistencia lateral.....	167
8.2.1. Variación del tipo de carril	168
8.2.2. Variación del tipo de traviesa.....	170
8.2.3. Variación de tipo de defecto	173
8.2.4. Variación de la altura del balasto	178
8.2.5. Influencia de las cargas verticales	180
8.3. Análisis del pandeo en función de la amplitud del defecto.....	182
8.3.1. Variación de tipo de carril	183
8.3.2. Variación tipo de traviesa.....	185
8.3.3. Variación tipo de defecto	187
8.4. Comparativa con vías convencionales.....	189
8.5. Estudio del riesgo de pandeo	192
8.5.1. Metodología	194
8.5.2. Función de densidad de los esfuerzos (Ω_1)	196
8.5.3. Función de densidad para la resistencia (Ω_2)	197
8.5.4. Determinación del riesgo aceptado	200
8.5.5. Ejemplos numéricos	200
8.6. Conclusiones	212
Capítulo VI	218
9. Conclusions and recommendations	218
9.1. Limitations and exclusions.....	219
9.2. Conclusions	220
9.3. Further research	224
Referencias	227
Anexo I. Artículos publicados en relación con la Tesis	234
Anexo II. Conclusiones/Conclusions	282