

Índice general

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Motivación del proyecto	5
1.2. Objetivo	6
1.3. Estructura	7
2. MODELADO DEL PROBLEMA DE CONTACTO	8
2.1. El problema de contacto	8
2.1.1. El problema elástico	8
2.1.1.1. Ecuaciones de equilibrio	9
2.1.1.2. Ecuaciones cinemáticas	9
2.1.1.3. Ecuaciones constitutivas	10
2.1.1.4. Condiciones de contorno	10
2.1.2. El problema de contacto	11
2.1.2.1. Ecuaciones cinemáticas del contacto	12
2.1.2.2. Ley de contacto unilateral. Condiciones de Signorini.	14
2.1.2.3. Ley de fricción	15
2.1.2.4. Fuerzas de contacto	16
2.1.2.5. Formulación del problema de contacto	16
2.2. Solución del problema de contacto	17
2.2.1. Aproximación de semiespacio elástico	17
2.2.2. Funciones potenciales de Boussinesq y Cerruti	18
2.2.3. Solución de Hertz al problema de contacto similar	20
2.2.3.1. Contacto entre dos esferas	22
2.2.3.2. Contacto entre dos cilindros	22
3. FORMULACIÓN Y MODELADO EN ANSYS	25
3.1. Introducción a los Elementos Finitos	25

3.1.1.	Definición del método	25
3.1.2.	Aplicación del método	26
3.1.3.	Funciones de forma	29
3.1.4.	Funcionamiento de un programa de elementos finitos	30
3.2.	Algoritmos de contacto	31
3.2.1.	Penalty Method	31
3.2.2.	Lagrange Multiplier Method	32
3.2.3.	Augmented Lagrange Method	33
3.2.4.	Lagrange Multiplier and Penalty Method	34
3.3.	Método de Newton-Raphson	34
3.4.	Modelado del contacto entre sólidos	36
3.4.1.	Visión general de las metodologías de resolución en ANSYS	37
3.4.2.	Superficie-a-Superficie	39
3.4.3.	Nodo-a-Superficie	46
3.4.4.	Nodo-a-Nodo	47
3.5.	Descripción del análisis no lineal	48
4.	EJEMPLOS DE PROBLEMAS DE CONTACTO	51
4.1.	Cilindros 2-D	51
4.1.1.	Definición del problema	51
4.1.2.	Modelo de elementos finitos	52
4.1.3.	Resultados	55
4.2.	Cilindros 3-D	68
4.2.1.	Definición del problema	68
4.2.2.	Modelo de elementos finitos	69
4.2.3.	Resultados	71
4.3.	Esfera-Plano	82
4.3.1.	Definición del problema	82
4.3.2.	Modelo de elementos finitos	84
4.3.3.	Resultados	84
4.4.	Esfera-Esfera	98
4.4.1.	Definición del problema	98
4.4.2.	Modelo de elementos finitos	99
4.4.3.	Resultados	102
4.5.	Otros resultados	112
4.5.1.	Estudio de las presiones tangenciales en cilindros 2-D	112

<i>ÍNDICE GENERAL</i>	4
4.5.2. Influencia del rozamiento en las presiones normales para esfera-plano	113
4.5.3. Esfera-esfera con carga normal y tangencial	115
5. CONCLUSIONES	117
6. DESARROLLO FUTURO	121
A. PROGRAMACIÓN ANSYS	123