

**GLADYS SIERRA TORRES**

**LAS  
HUELLAS  
DE  
LLANTAS  
COMO  
EVIDENCIA FÍSICA**



# ÍNDICE GENERAL

Introducción.....	7
-------------------	---

## **CAPÍTULO PRIMERO ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

1. Antecedentes históricos.....	11
2. Un paso de trascendencia.....	13
3. Entidades reguladoras.....	14
3.1. DOT.....	14
3.2. NHSTA.....	14
3.3. UTQG.....	14
3.4. T & RA.....	15
3.5. ETRTO.....	15
3.6. JATMA.....	15
3.7. TREAD ACT.....	15
4. Mayores fabricantes de llantas en el mundo.....	15

## **CAPÍTULO SEGUNDO ¿QUÉ ES UNA LLANTA?**

1. ¿Qué es una llanta?.....	21
2. ¿Cómo se fabrica un neumático o llanta?.....	21
2.1. Primera etapa: elaboración del modelo.....	22
2.2. Segunda etapa: análisis de laboratorio.....	22
2.3. Tercera etapa: fabricación en serie.....	24
2.3.1. Mezcla de gomas.....	24
2.4. Cuarta etapa: vulcanización.....	26
3. ¿Cómo se fabrican los moldes?.....	27
3.1. Molde de yeso.....	27
3.2. Grabado en aluminio.....	27
4. Tipos de estructuras.....	28
4.1. Estructura diagonal o convencional.....	29
4.2. Estructura radial.....	30
4.3. ¿Qué diferencias hay entre un neumático radial y uno diagonal?.....	31
4.4. Estructura mixta o diagonal reforzada.....	32
4.5. Neumáticos sólidos.....	32
4.6. Proyecciones futuras.....	33

4.6.1. Airlees.....	33
4.6.2. Tweel.....	33
4.6.3. Active Wheel.....	34

### **CAPÍTULO TERCERO**

#### **ANATOMÍA DE UNA LLANTA O NEUMÁTICO**

1. Anatomía de una llanta o neumático .....	37
1.1. Capa de caucho sintético para almacenar aire .....	38
1.2. Lona de la carcasa .....	38
1.3. Características generales de la carcasa.....	39
2. Relleno o cinturón de zona baja.....	39
3. Aros o Talones .....	40
3.1. Relleno de talón.....	40
3.2. Características generales del talón.....	40
4. Innerliner.....	41
5. Paredes o flancos de goma flexible.....	41
6. Telas de Cuerpo .....	42
7. Lonas superiores.....	42
8. Banda de rodamiento .....	43
8.1. Características generales de la banda de rodamiento.....	44
8.2. Ribetes.....	44
8.3. Inserto de hombro.....	45
8.4. Hombro o paletilla .....	45
8.5. Cinturones estabilizadores .....	46
8.6. Cinturones de relleno.....	46
8.7. Cap ply o spiral layer.....	47
9. Funciones generales de los neumáticos.....	47

### **CAPÍTULO CUARTO**

#### **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LAS LLANTAS O NEUMÁTICOS**

1. Características básicas de las llantas o neumáticos .....	51
1.1. Características referidas a las dimensiones .....	51
1.1.1. Alto de Sección.....	51
1.1.2. Ancho de sección transversal.....	52
1.1.3. Ancho de sección total.....	52
1.1.4. Diámetro total .....	53
1.1.5. Razón de aspecto, perfil o serie del neumático (relación) (aspecto nominal o serie de la llanta).....	54

1.1.6. Cociente de aspecto.....	55
1.1.7. Fecha de fabricación.....	55
1.1.8. Presión de inflado .....	55
1.1.9. Resistencia al rodamiento.....	56
1.1.10. Rin.....	56
2. Índice de carga de las llantas .....	57
2.1. Neumáticos reforzados o XL (carga extra) .....	58
2.2. Máxima carga y presión / índice de carga .....	58
3. Índice o código de velocidad neumáticos .....	59
3.1. Clasificación de capas .....	60
4. Designación.....	61
4.1. Sistema Inglés.....	61
4.1.1. Sistema Milimétrico .....	61
4.1.2. Sistema Alfanumérico.....	62
4.2. Sistema Métrico Europeo.....	62
4.3. Sistema Métrico Americano P .....	63
5. Homologación ECE 30 y ECE 54.....	64
5.1. Marcación DOT.....	64
5.2. Las siglas de homologación UTQG (Uniform Tyre Quality Grading System).....	65
6. ¿Dónde se encuentran todas las características?.....	66
6.1. Uniform Tire Quality Grade (UTQG) .....	67
6.1.1. Treadwear.....	67
6.1.2. Tracción .....	67
6.1.3. Temperatura.....	68
6.2. Construcción del neumático.....	69
6.3. Carga máxima y presión de inflado.....	69
6.4. Indicador M+S.....	70
6.5. Número de identificación del departamento de transporte (DOT) .....	70
6.6. Advertencia de seguridad del fabricante.....	71
7. Información de interés forense que nos pueden proporcionar las llantas o neumáticos.....	71

## **CAPÍTULO QUINTO**

### **CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS LLANTAS**

1. Por su destinación.....	77
2. Por el tipo de llantas .....	79
2.1. Llantas radiales.....	80

2.2. Llantas convencionales y llantas con cinturón.....	80
2.3. Llantas radiales ahorradoras de combustible.....	81
2.4. Llantas radiales para toda temporada .....	81
2.5. Llantas para invierno.....	81
2.6. Llantas para verano.....	82
3. Presión de inflado.....	83
3.1. Beneficios de un buen inflado.....	83
4. Llantas para motocicleta.....	84
4.1. Terrenos secos .....	84
4.2. Terrenos húmedos.....	84
4.3. Mixtas.....	84
5. Zonas de desgaste en las llantas y su diagnóstico .....	85

## **CAPÍTULO SEXTO**

### **ANÁLISIS DE LA BANDA DE RODAMIENTO**

1. Análisis de la banda de rodamiento .....	91
1.1. Estructura de la banda de rodamiento .....	93
1.1.1. Muecas o sipes.....	94
1.1.2. Ribetes o bloques .....	96
1.1.2.1. Tacos.....	96
1.1.3. Columna, costilla o cordoncillo.....	97
1.1.4. Hoyuelos.....	97
1.1.5. Paletilla u hombro.....	97
1.1.6. Surcos, canales o ranuras.....	97
1.1.6.1. La profundidad del rayado o surcos .....	98
2. Tratamiento del ruido .....	100
2.1. ¿Qué es la Directiva Europea del Ruido 2001/43/EC ? .....	102
2.1.1. ¿A qué neumáticos afecta dicha normativa ? .....	102
2.1.2. ¿Cómo reconocer si un neumático cumple dicha normativa? .....	102
2.2. Génesis del ruido en las llantas o neumáticos.....	103
2.2.1. Control de ruido debido a las vibraciones de neumáticos.....	105
2.2.2. Control de ruido debido al bombeo de aire .....	107
2.2.2.1. La resonancia .....	109
2.2.3. El neumático como un sistema en equilibrio .....	109
2.3. Diapasón.....	111
2.3.1. Línea de separación del molde.....	113

3. Diseños de bandas de rodamiento.....	113
3.1. Tipos básicos de diseño .....	114
3.1.1. Modelo simétrico .....	114
3.1.2. Modelo asimétrico .....	115
3.1.3. Modelo asimétrico mejorado.....	116
3.1.4. Modelo de diseño mixto .....	117
3.1.5. Modelo unidireccional.....	117
3.1.6. Modelos unidireccionales mejorados .....	118
3.1.7. Estructura por bloques .....	119
3.1.8. Dirección de rotación.....	119
4. Función de los elementos en la banda de rodamiento .....	120
5. Ley de profundidad de la banda de rodamiento e indicadores de uso.....	122
5.1. ¿Qué es un indicador de uso o desgaste? .....	124
5.2. ¿Para qué sirven en una investigación criminal? .....	124

**CAPÍTULO SÉPTIMO**  
**DISEÑO DE LA BANDA DE RODAMIENTO**  
**Y CONTROL DEL RUIDO**

1. Diseño de la banda de rodamiento y control del ruido.....	131
--	-----

**CAPÍTULO OCTAVO**  
**ANÁLISIS FORENSE DE LAS HUELLAS**  
**DE NEUMÁTICOS**

1. Metodología para establecer la marca de un neumático.....	142
2. Relación geométrica entre la banda de rodamiento de una llanta desconocida y la banda de rodamiento de la marca conocida o potencial fuente .....	143
2.1. ¿Cuál es el objetivo de establecer la marca de los neumáticos? .....	144
2.2. Niveles de tolerancia.....	144
3. Comparación e identificación de huellas de neumáticos .....	146
3.1. Procedimiento de análisis forense de huellas de calzado y de neumáticos.....	147
3.2. Terminología .....	149
3.3. Importancia y uso del análisis.....	150
3.4. Limitaciones .....	150
3.5. Materiales, equipos e instrumentos .....	150
3.6. Procedimientos.....	150

3.6.1. Características de clase .....	152
3.6.1.1. Categoría A: Marca de fábrica contra marca de fábrica.....	152
3.6.1.2. Categoría B: Molde contra molde .....	155
3.6.2. Características accidentales.....	157
3.6.2.1. Categoría C: Características generales.....	158
3.6.2.2. Categoría D: Características específicas .....	162

### **CAPÍTULO NOVENO GENERALIDADES SOBRE LOS PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS**

1. Exámenes, observaciones y resultados.....	167
2. Preparación de evidencia .....	167
3. Análisis y comparación .....	168
4. Desgastes.....	168
5. Características individuales .....	170

### **CAPÍTULO DÉCIMO DIFERENCIA ENTRE IMPRESIONES DE BANDA DE RODAMIENTO DE LLANTAS Y HUELLAS DE LLANTAS**

1. Dimensiones de los vehículos .....	174
2. Posición de un vehículo.....	175
3. Distancia entre ejes .....	175
4. Exactitud de las mediciones.....	176
5. Diámetro de vuelta o radio de giro .....	177
5.1. ¿Cómo se calcula el diámetro de vuelta o radio de giro?.....	177
BIBLIOGRAFÍA.....	179

### **ANEXOS**

Anexo 1. Cronología de la evolución de los neumáticos .....	183
Anexo 2. Tabla de códigos DOT .....	187
Anexo 3. Glosario especializado.....	213
Anexo 4. Ilustraciones sobre diseño de bandas de rodamiento.....	235