

5	AGRADECIMIENTOS
13	OBJETIVO
15	1. INTRODUCCIÓN A LA BALÍSTICA DE EFECTOS
16	1.1. Factores que influyen en la balística terminal
16	1.1.1. Velocidad inicial o de disparo
17	1.1.2. Ángulo de incidencia
18	1.1.3. Características del proyectil
19	1.1.4. Características de los blancos
20	1.2. Estudio del ataque a una protección. Penetración y perforación
21	1.2.1. Fase de impacto
21	1.2.1.1. <i>Efectos en el penetrador</i>
22	1.2.1.2. <i>Efectos sobre el blanco</i>
23	1.2.1.2.1. Zona de impacto
23	1.2.1.2.2. Zona posterior del blanco
24	1.2.1.2.3. Zona próxima al eje del cilindro
25	1.2.2. Fase de penetración
26	1.2.2.1. <i>Impacto de un proyectil de acero templado sobre una placa de hierro forjado</i>
26	1.2.2.2. <i>Impacto de un proyectil de acero templado sobre una placa de acero templado</i>
27	1.2.3. Fase de perforación
28	1.2.3.1. <i>Fractura</i>
28	1.2.3.2. <i>Scabbing</i>

30	<i>1.2.3.3. Plugging</i>
30	<i>1.2.3.4. Petalling</i>
31	<i>1.2.3.5. Fragmentación</i>
31	<i>1.2.3.6. Rotura dúctil</i>
31	1.3. Estudio teórico de la perforación
31	1.3.1. Estudios analíticos
34	1.3.2. Estudios de modelización de experiencias anteriores
34	1.3.3. Estudios empíricos
37	2. MATERIAL EXPERIMENTAL
39	2.1. Tipos de proyectiles más comunes contra blindajes
39	2.2. Proyectil 30 mm DEFA multipropósito
40	2.2.1. Diseño del proyectil multipropósito
41	<i>2.2.1.1. Espoleta</i>
41	<i>2.2.1.2. Cuerpo del proyectil</i>
42	<i>2.2.1.3. Carga del cuerpo del proyectil</i>
42	<i>2.2.1.4. Vaina</i>
42	2.2.2. Características del proyectil
43	2.3. Funcionamiento del proyectil
45	3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
45	3.1. Ensayos y resultados
48	3.1.1. Acción retardada
51	3.1.2. Fragmentación
53	<i>3.1.2.1. Ángulo de distribución de los fragmentos</i>
54	<i>3.1.2.2. Velocidad de los fragmentos</i>
54	<i>3.1.2.3. Peso y tamaño de los fragmentos</i>
56	3.1.3. Efecto incendiario
57	3.1.4. Efecto explosivo
58	3.2. Ensayos del efecto de un proyectil DEFA 30 mm MP contra un blanco múltiple
60	3.2.1. Penetración del proyectil
60	<i>3.2.1.1. Protecciones ligeras</i>
62	<i>3.2.1.2. Acero o blindadas</i>
64	3.2.2. Resumen de las características específicas del disparo del proyectil DEFA 30 mm multipropósito
65	3.2.3. Comparación del proyectil multipropósito con el proyectil aire-aire y aire-superficie
69	3.3. Principios tácticos. Análisis de los posibles blancos

69	3.3.1. Blancos aéreos
69	3.3.2. Blancos de superficie
71	3.4. Análisis teórico del impacto en las distintas protecciones
71	3.5. Principales efectos del proyectil sujeto a estudio en el impacto
71	3.5.1. Daños causados en una protección por el DEFA 30 mm multipropósito
71	3.5.1.1. <i>Daños producidos por la rotura y corte del material</i>
72	3.5.1.2. <i>Daños producidos por las ondas de presión</i>
72	3.5.1.3. <i>Daño causado por la cavitación temporal del proyectil</i>
73	3.5.2. Parámetros que afectan al daño causado por el proyectil DEFA 30 mm MP
74	3.5.2.1. <i>Velocidad de impacto</i>
74	3.5.2.2. <i>Diseño del proyectil</i>
74	3.5.2.3. <i>Estabilidad en el impacto y en la penetración</i>
76	3.6. Estudio teórico de los distintos materiales para confeccionar un posible blindaje contra proyectiles DEFA 30 mm multipropósito
76	3.6.1. Objetivos y requerimientos exigidos al blindaje
78	3.6.2. Estudio de los materiales aplicables a la protección principal. Cálculo teórico del espesor de la protección
79	3.6.2.1. <i>Acero</i>
81	3.6.2.2. <i>Aleaciones de aluminio</i>
82	3.6.2.3. <i>Aleaciones de titanio</i>
82	3.6.2.4. <i>Materiales cerámicos en blindajes duales/compuestos</i>
85	3.6.3. Determinación de la capa antifragmentación
86	3.6.3.1. <i>Elección de la matriz del plástico</i>
87	3.6.3.2. <i>Elección de la fibra de refuerzo</i>
89	4. CONCLUSIONES
93	5. BIBLIOGRAFÍA
99	6. ÍNDICE DE TABLAS
101	7. ÍNDICE DE FIGURAS