

# Tabla de Contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
Objetivos . . . . .	2
Objetivo general . . . . .	2
Objetivos específicos . . . . .	2
Alcances . . . . .	2
<b>2. Antecedentes</b>	<b>3</b>
2.1. Comportamiento mecánico de los materiales a altas tasas de deformación . . . . .	3
2.1.1. Modelo de Plasticidad de Johnson-Cook . . . . .	4
2.2. Descripción de un sistema de barras de compresión de Hopkinson . . . . .	5
2.2.1. Mecanismo de ensayo . . . . .	5
2.2.2. Disposición típica de un sistema SHPB . . . . .	6
2.2.2.1. Sistema de lanzamiento . . . . .	6
2.2.2.2. Sistema de barras . . . . .	6
2.2.2.3. Sistema de adquisición . . . . .	7
2.2.2.4. Muestras . . . . .	7
2.3. Fundamentos de las barras de compresión de Hopkinson . . . . .	7
2.4. Descripción del sistema de ensayo de compresión de Hopkinson existente . . . . .	10
2.4.1. Componentes mecánicos . . . . .	11
2.4.1.1. Proyectoil y barras . . . . .	11
2.4.1.2. Cañón de aire comprimido . . . . .	12
2.4.1.3. Estanque de aire comprimido . . . . .	12
2.4.1.4. Trampa de momentum . . . . .	13
2.4.1.5. Estructura de soporte . . . . .	13
2.5. Estimación de la velocidad de impacto . . . . .	14
2.5.1. Velocidad máxima admisible del sistema. . . . .	14
2.5.2. Pérdida de carga durante el lanzamiento. . . . .	14
Ley de Boyle-Mariotte . . . . .	15
2.5.3. Modelo de estimación de la velocidad de impacto . . . . .	15
<b>3. Metodología</b>	<b>19</b>
<b>4. Diseño de mejoras</b>	<b>24</b>

4.1.	Componentes mecánicos . . . . .	24
4.1.1.	Sistema de barras . . . . .	24
4.1.2.	Proyectil . . . . .	24
4.1.3.	Contenedor para zona de ensayos . . . . .	25
4.1.4.	Conjunto para el montaje de una baliza . . . . .	28
4.2.	Componentes electrónicos . . . . .	29
4.2.1.	Circuito de medición de onda. . . . .	29
4.3.	Componentes eléctricos . . . . .	31
4.3.1.	Circuito de suministro eléctrico . . . . .	31
<b>5.</b>	<b>Selección de componentes comerciales</b>	<b>33</b>
5.1.	Componentes mecánicos . . . . .	33
5.1.1.	Componentes neumáticos menores . . . . .	33
5.1.2.	Compresor . . . . .	33
5.2.	Componentes electrónicos . . . . .	34
5.2.1.	Galgas extensiométricas . . . . .	34
5.2.2.	Amplificador operacional . . . . .	35
5.2.3.	Potenciómetro de precisión . . . . .	36
5.2.4.	Osciloscopio . . . . .	36
5.2.5.	Interruptor tipo <i>rocker</i> . . . . .	36
5.2.6.	Módulo portabaterías . . . . .	37
5.2.7.	Par de conectores JST-2 . . . . .	38
5.3.	Componentes eléctricos . . . . .	38
5.3.1.	Fuente de poder . . . . .	38
5.3.2.	Pulsador de emergencia . . . . .	39
5.3.3.	Baliza de alerta . . . . .	39
5.3.4.	Gabinetes . . . . .	39
5.3.5.	Prensa para cables . . . . .	40
<b>6.</b>	<b>Construcción e implementación de mejoras.</b>	<b>41</b>
6.1.	Fabricación y montaje de componentes mecánicos . . . . .	41
6.1.1.	Sistema de barras y proyectil . . . . .	41
6.1.2.	Contenedor de zona de ensayos . . . . .	42
6.1.3.	Montaje para baliza . . . . .	43
6.1.4.	Conexiones neumáticas . . . . .	44
6.2.	Construcción, ensamblado e instalación de componentes eléctricos . . . . .	45
6.2.1.	Gabinete de suministro . . . . .	45
6.2.2.	Gabinete de adquisición . . . . .	46
6.2.3.	Gabinete de distribución . . . . .	48
6.3.	Montaje de galgas extensiométricas . . . . .	49
6.4.	Montaje final del sistema . . . . .	49

<b>7. Procedimiento de realización de ensayos</b>	<b>51</b>
<b>8. Evaluación del sistema</b>	<b>53</b>
8.1. Caracterización del sistema . . . . .	53
8.1.1. Corrección del modelo analítico de predicción de la velocidad . . . . .	54
8.1.2. Influencia de la presurización de la válvula de acción neumática en la velocidad del proyectil . . . . .	56
8.1.3. Comportamiento de la velocidad de impacto . . . . .	57
8.1.4. Repetibilidad de las condiciones de realización de ensayo. . . . .	61
<b>9. Conclusiones</b>	<b>63</b>
<b>10. Mejoras y estudios aplicables al proyecto</b>	<b>65</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>67</b>
<b>Anexos</b>	<b>70</b>
A. Memoria de cálculo . . . . .	70
A.1. Velocidad de onda libre en el material de las barras . . . . .	70
A.2. Velocidad límite del proyectil . . . . .	70
A.3. Tasa de deformación máxima aplicable . . . . .	70
A.4. Caída de presión durante el lanzamiento . . . . .	71
A.4.1. Pérdida de carga inicial . . . . .	71
A.4.2. Pérdida de carga en el tramo de aceleración. . . . .	71
B. <i>Checklist</i> para la realización de ensayos . . . . .	73
C. Planos . . . . .	77
D. Procedimiento de instalación de extensómetros ( <i>strain gauges</i> ) . . . . .	88
D.1. Desmontaje y preparación de la barra. . . . .	90
D.2. Preparación de la instalación . . . . .	91
D.3. Preparación de las galgas extensiométricas . . . . .	92
D.4. Montaje de las galgas extensiométricas . . . . .	94
D.5. Montaje final . . . . .	97
E. Fabricación de muestras . . . . .	100
E.1. Materiales seleccionados . . . . .	100
E.2. Fabricación . . . . .	100
F. Tablas de mediciones de ensayos . . . . .	102
F.1. Sensibilidad de la velocidad de impacto del proyectil a la presurización de la válvula de acción neumática . . . . .	103
F.2. Comportamiento de la velocidad de impacto del proyectil bajo condiciones de ensayo controladas . . . . .	104
F.2.1. Presión de válvula neumática fija a 300 kPa . . . . .	104
F.2.2. Presión de válvula neumática fija a 400 kPa . . . . .	106

F.2.3.	Presión de válvula neumática fija a 500 kPa . . . . .	109
F.3.	Estudio de repetibilidad de condiciones de ensayo. . . . .	111
G.	Matriz de riesgo . . . . .	112