

---

# Índice general

---

Índice general	I
Índice de tablas	V
Lista de símbolos	VII
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Justificación y objetivos . . . . .	1
1.2. Antecedentes . . . . .	3
1.3. Sobre esta Tesis . . . . .	4
Bibliografía . . . . .	6
<b>2 Fundamentos sobre el proceso de inyección</b>	<b>9</b>
2.1. Introducción . . . . .	9
2.2. El sistema Common-Rail . . . . .	11
2.3. El flujo interno en toberas de inyección . . . . .	16
2.3.1. Geometría de una tobera de inyección . . . . .	17
2.3.2. Morfología del flujo en toberas de inyección . . . . .	19
2.3.3. Turbulencia en el flujo interno . . . . .	20
2.3.4. Coeficientes adimensionales utilizados para el estudio del flujo . . . . .	22
2.4. El fenómeno de la cavitación . . . . .	25
2.4.1. La visualización de la cavitación . . . . .	26
2.4.2. Efectos de la cavitación sobre los coeficientes definitorios del flujo . . . . .	31
2.4.3. Modelado fluidodinámico de la cavitación . . . . .	36

2.5.	El proceso de atomización . . . . .	39
2.5.1.	Regímenes de atomización . . . . .	40
2.5.2.	Análisis dimensional del proceso de atomización . . . . .	41
2.5.3.	Influencia de la velocidad de inyección . . . . .	44
2.5.4.	Otros mecanismos de atomización . . . . .	45
2.5.5.	Estudios experimentales más relevantes . . . . .	47
2.6.	Características del chorro diésel . . . . .	50
2.6.1.	Parámetros macroscópicos . . . . .	51
2.6.2.	Parámetros microscópicos . . . . .	56
2.7.	Conclusiones sobre el estado actual del conocimiento . . . . .	58
	Bibliografía . . . . .	61
<b>3</b>	<b>Técnicas experimentales</b>	<b>73</b>
3.1.	Introducción . . . . .	73
3.2.	Determinación de la geometría de toberas . . . . .	74
3.2.1.	Parámetros geométricos caracterizados . . . . .	76
3.2.2.	Validación de la técnica . . . . .	77
3.3.	Medida de tasa de inyección . . . . .	78
3.3.1.	Principio físico de la medida . . . . .	78
3.4.	Medida del flujo de la cantidad de movimiento . . . . .	83
3.4.1.	Fundamentos físicos de la medida . . . . .	83
3.4.2.	Descripción de la maqueta . . . . .	85
3.5.	Visualización del chorro en campo próximo . . . . .	87
3.5.1.	Maqueta presurizada de inyección . . . . .	87
3.5.2.	Configuración óptica . . . . .	90
3.5.3.	Procesado de las imágenes . . . . .	95
3.6.	Geometrías utilizadas y plan de trabajo . . . . .	97
3.A.	Anexo: Metodología detallada para el procesado de las imágenes	100
3.A.1.	Algoritmo para la detección del contorno . . . . .	101
3.A.2.	Parámetros obtenidos de la visualización a alta resolución	103
3.A.3.	Parámetros obtenidos de la visualización a media resolu- ción . . . . .	104
	Bibliografía . . . . .	106
<b>4</b>	<b>Influencia de la cavitación sobre el proceso de atomización</b>	<b>109</b>
4.1.	Introducción . . . . .	109
4.2.	Estudio con geometrías simplificadas . . . . .	110
4.2.1.	Caracterización del flujo másico estacionario . . . . .	110
4.2.2.	Visualización de la cavitación en la descarga . . . . .	115
4.3.	Extensión a una tobera mono-orificio . . . . .	121

---

4.3.1. Caracterización hidráulica . . . . .	122
4.3.2. Visualización en atmósfera líquida . . . . .	127
4.3.3. Efecto de la cavitación en la estructura del chorro estacionario . . . . .	130
4.3.4. Caracterización del perfil del chorro cercano . . . . .	138
4.4. Conclusiones . . . . .	145
Bibliografía . . . . .	149
<b>5 Estudio del chorro no cavitante en campo próximo</b>	<b>151</b>
5.1. Introducción . . . . .	151
5.2. Caracterización hidráulica . . . . .	153
5.3. Estructura del chorro estacionario . . . . .	155
5.3.1. Ángulo de apertura . . . . .	157
5.3.2. Longitudes características . . . . .	160
5.3.3. Oscilaciones del perfil . . . . .	169
5.4. Evaluación del proceso de mezcla mediante un modelo 1D . . . . .	174
5.4.1. Modelado unidimensional del chorro diésel . . . . .	175
5.4.2. Determinación del número de Schmidt . . . . .	177
5.4.3. Estudio de la mezcla aire-combustible . . . . .	187
5.5. Estudio del chorro en condiciones transitorias . . . . .	190
5.5.1. Análisis cualitativo de las imágenes obtenidas . . . . .	191
5.5.2. Estudio de la penetración del frente del chorro . . . . .	192
5.6. Conclusiones . . . . .	196
Bibliografía . . . . .	199
<b>6 Conclusiones y desarrollos futuros</b>	<b>203</b>
6.1. Conclusiones . . . . .	203
6.2. Desarrollos futuros . . . . .	208
<b>Bibliografía</b>	<b>211</b>