

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Introducción	1
1.1.1. Contexto del estudio	1
1.1.2. Estructura del documento	3
Bibliografía	5
2. Conocimiento del proceso de inyección y el de combustión	7
2.1. Introducción	8
2.2. Aspectos del proceso de inyección	8
2.2.1. Sistemas de inyección common rail	8
2.2.2. Tobera de inyección	15
2.2.3. Proceso de atomización	17
2.2.4. Características del chorro diesel	21
2.3. Aspectos del proceso de combustión	24
2.3.1. Modelo conceptual de llama de difusión	24
2.3.2. Evolución espacial del proceso de combustión diesel	26
2.3.3. Proceso de formación de hollín	27
2.4. Aspectos del fenómeno de la cavitación	31
2.4.1. Teoría de la cavitación	31
2.4.2. Efecto de la cavitación sobre el caudal másico	37
2.4.3. Efecto de la cavitación sobre el flujo de cantidad de movimiento	38

2.4.4. Efecto de la cavitación sobre la velocidad efectiva de inyección	40
2.4.5. Efecto de la cavitación sobre el proceso de atomización	41
2.4.6. Efecto de la cavitación sobre el ángulo del chorro	42
2.4.7. Efecto de la cavitación sobre la penetración del chorro	45
2.4.8. Efecto de la cavitación sobre el proceso de combustión	46
Bibliografía	49
3. Planteamiento de la tesis	57
3.1. Introducción	57
3.2. Síntesis de la revisión bibliográfica	58
3.3. Objetivos de la tesis	61
3.4. Metodología general de la tesis	62
3.A. Anexo: Aspectos geométricos de las toberas estudiadas	64
Bibliografía	65
4. Herramientas para el estudio	67
4.1. Introducción	68
4.2. Instalaciones experimentales	68
4.2.1. Tasímetro	68
4.2.2. Maqueta de cantidad de movimiento	71
4.2.3. Motor maqueta	78
4.2.4. Motor monocilíndrico	88
4.3. Técnicas ópticas	94
4.3.1. Iluminación directa por dispersión MIE	94
4.3.2. Visualización simultánea de la quimioluminiscencia de los radicales OH y de la radiación de las partículas de hollín	99
4.4. Herramientas teóricas	108
4.4.1. Modelo de diagnóstico de la combustión	108
4.5. Conclusiones	111
4.A. Anexo: Longitud de llama teórica	112

4.A.1. Longitud de llama de referencia	112
4.A.2. Extrapolación de la longitud de llama a otras condiciones	119
Bibliografía	120
5. Efecto de la cavitación sobre la velocidad efectiva de inyección	125
5.1. Introducción	126
5.2. Análisis del efecto de la cavitación sobre la u_{eff}	127
5.2.1. Metodología, plan de trabajo, y procedimiento de ensayo	128
5.2.2. Efecto de la cavitación sobre el caudal másico	134
5.2.3. Efecto de la cavitación sobre el flujo de cantidad de movimiento	136
5.2.4. Efecto de la cavitación sobre la velocidad efectiva de inyección	138
5.2.5. Síntesis de resultados sobre el efecto de la cavitación en el \dot{m} , \dot{M} , y la u_{eff}	142
5.3. Efectos directos de la cavitación sobre la u_{eff}	146
5.4. Efecto de la viscosidad efectiva en el perfil de velocidad	151
5.5. Efecto de la fracción másica de vapor y viscosidad en el perfil de velocidad	155
5.6. Conclusiones globales	160
5.A. Pérdidas de carga en un inyector diesel common rail	162
5.A.1. Determinación de las pérdidas de carga	162
5.A.2. Efecto de la deformación de la aguja sobre las pérdidas de carga	165
5.A.2.1. Efecto de la p_{rail} sobre la deformación de la aguja	165
5.A.2.2. Efecto de la deformación de la aguja sobre las pérdidas de carga en el asiento de la aguja	166
5.A.2.3. Relación entre el caudal másico y la caída de presión en la tobera	171
5.A.2.4. Algoritmo para calcular las pérdidas de carga	172
5.A.3. Análisis de las pérdidas de carga en un inyector con una tobera real	176

5.A.4. Conclusión	177
5.B. Dispersión del flujo de cantidad de movimiento	179
Bibliografía	181
6. Efecto de la cavitación sobre el proceso de mezcla	185
6.1. Introducción	186
6.2. Análisis del efecto de la cavitación sobre el proceso de mezcla .	187
6.2.1. Caracterización del proceso de mezcla, a través de ensa- yos de longitud líquida de evaporación	187
6.2.1.1. Metodología, plan de trabajo y procedimiento de ensayo	188
6.2.1.2. Efecto de la cavitación sobre el proceso de mezcla	191
6.2.2. Caracterización del proceso de mezcla, a través de la fracción de calor liberado	196
6.2.2.1. Metodología, plan de trabajo y procedimiento de ensayo y de análisis	196
6.2.2.2. Efecto de la cavitación sobre el proceso de mezcla	205
6.2.3. Síntesis de los resultados sobre el proceso de mezcla . . .	206
6.3. Conclusiones	208
6.A. Comprobación del buen funcionamiento de las instalaciones . .	210
6.A.1. Introducción	210
6.A.2. Motor maqueta y cámara rápida	210
6.A.3. Motor monocilíndrico	214
Bibliografía	215
7. Efecto de la cavitación sobre la LOL y la formación de hollín	219
7.1. Introducción	220
7.2. Efecto de la cavitación sobre la LOL y la formación de hollín .	221
7.2.1. Caracterización de la longitud de lift-off y la formación de hollín a partir de medir la radiación de las partículas de hollín	221
7.2.1.1. Metodología, plan de trabajo y procedimiento de ensayo	221

7.2.1.2.	Efecto de la cavitación sobre la LOL	225
7.2.1.3.	Efecto de la cavitación sobre el proceso de formación de hollín	229
7.2.2.	Caracterización del proceso de formación de hollín a partir de medir la emisión final de hollín	239
7.2.2.1.	Metodología para el análisis de los resultados	242
7.2.2.2.	Efecto de la cavitación sobre el proceso de formación de hollín	242
7.3.	Conclusiones globales	245
7.A.	Anexo: Parámetro SY	247
7.B.	Anexo: Ensuciamiento de la ventana de visualización	253
7.C.	Comprobación del buen funcionamiento de las instalaciones	255
	Bibliografía	259
8.	Conclusiones y desarrollos futuros	261
8.1.	Introducción	261
8.2.	Conclusiones	261
8.3.	Desarrollos futuros	271
	Bibliografía	272
	Bibliografía	273