

# Tabla de Contenido

<b>1. Contextualización del trabajo de título</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción . . . . .	1
1.2. Antecedentes generales . . . . .	2
1.2.1. Antecedentes de los datos a utilizar . . . . .	2
1.2.2. Antecedentes Machine Learning . . . . .	3
1.3. Objetivos . . . . .	4
1.3.1. Objetivo General . . . . .	4
1.3.2. Objetivos Específicos . . . . .	4
1.4. Alcances . . . . .	4
<b>2. Antecedentes</b>	<b>5</b>
2.1. Antecedentes del dataset . . . . .	5
2.2. Conceptos generales machine learning . . . . .	8
2.2.1. Aprendizaje supervisado y aprendizaje no supervisado . . . . .	8
2.2.2. Underfitting y overfitting . . . . .	9
2.2.3. Métricas de desempeño . . . . .	10
2.2.3.1. Clasificación binaria . . . . .	10
2.2.3.2. Clasificación no binaria . . . . .	11
2.2.4. Escalar los datos . . . . .	11
2.2.5. Ventanas de tiempo y parámetros de tiempo . . . . .	12
2.3. Dimensionalidad del dataset . . . . .	14
2.3.1. La maldición de la dimensionalidad . . . . .	14
2.3.2. Métodos de reducción de dimensionalidad . . . . .	14
2.3.2.1. Linear Discriminant Analysis . . . . .	15
2.3.3. Selección hacia adelante . . . . .	15
2.4. Modelos a usar . . . . .	16
2.4.1. Random Forests . . . . .	16
2.4.2. K-Nearest Neighbors . . . . .	18
2.4.3. Support Vector Machines . . . . .	18
2.4.4. Redes neuronales . . . . .	21
2.4.4.1. Hiperparámetros . . . . .	23
<b>3. Metodología</b>	<b>25</b>
3.1. Recopilación de antecedentes y exploración del dataset . . . . .	25
3.2. Preprocesamiento de los datos . . . . .	27
3.2.1. Separación en conjuntos de entrenamiento y testeo . . . . .	28
3.2.2. Obtención de parámetros de tiempo . . . . .	28

3.2.3.	Escalamiento de los datos . . . . .	29
3.2.4.	Cambio en las dimensiones de las etiquetas . . . . .	29
3.3.	Selección de features y de hiperparámetros . . . . .	29
3.3.1.	Selección de features . . . . .	29
3.3.2.	Selección de parámetros . . . . .	31
3.4.	Análisis de resultados . . . . .	32
<b>4.</b>	<b>Resultados</b>	<b>33</b>
4.1.	Gráficos de los datos sin procesar . . . . .	33
4.1.1.	Gráficos de la temperatura . . . . .	33
4.1.2.	Gráficos de Flujo . . . . .	37
4.1.3.	Gráficos de Presión . . . . .	40
4.1.4.	Gráficos de otras variables . . . . .	46
4.2.	Gráficos de los parámetros de tiempo . . . . .	52
4.2.1.	Diferencias entre los parámetros de tiempo . . . . .	52
4.2.2.	Cambios según las diferentes clasificaciones . . . . .	56
4.2.3.	Cambios diferentes ventanas de tiempo . . . . .	59
4.3.	Resultados a partir de los modelos LDA . . . . .	62
4.4.	Resultados a partir de los modelos RF . . . . .	66
4.5.	Resultados a partir de los modelos KNN . . . . .	72
4.6.	Resultados a partir de los modelos SVM . . . . .	77
4.6.1.	Accuracy en función del largo de ventana para diferentes kernels . . . . .	77
4.6.2.	Heatmaps con la variación de los parámetros C y gamma . . . . .	79
4.7.	Resultados a partir de los modelos NN . . . . .	84
4.7.1.	Accuracy en función del largo de ventana para diferentes funciones de activación . . . . .	84
4.7.2.	Heatmaps con la variación del learning rate y el parámetro alpha . . . . .	89
<b>5.</b>	<b>Discusión</b>	<b>95</b>
5.1.	Efecto del largo de las ventanas de tiempo . . . . .	95
5.2.	Diferencias entre parámetros de tiempo . . . . .	98
5.3.	Efecto del cambio de parámetros de los modelos . . . . .	100
5.3.1.	Random Forest . . . . .	100
5.3.2.	K Nearest Neighbors . . . . .	100
5.3.3.	Linear Discriminant Analysis . . . . .	100
5.3.4.	Support Vector Machines . . . . .	100
5.3.5.	Multi layer perceptron (MLP) . . . . .	101
5.4.	Diferencias entre sensores . . . . .	102
5.5.	Resultados Generales . . . . .	103
<b>6.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>104</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>105</b>
	<b>Anexo A. Resultados ampliados</b>	<b>108</b>
A.1.	Gráficos de los datos sin procesar . . . . .	108
A.1.1.	Gráficos de temperatura . . . . .	108
A.1.1.1.	Gráficos del enfriador . . . . .	108

A.1.1.2.	Gráficos de la válvula . . . . .	111
A.1.1.3.	Gráficos de la bomba . . . . .	113
A.1.1.4.	Gráficos del acumulador . . . . .	116
A.1.1.5.	Gráficos de la estabilidad del sistema . . . . .	118
A.1.2.	Gráficos de flujo . . . . .	121
A.1.2.1.	Gráficos del enfriador . . . . .	121
A.1.2.2.	Gráficos de la válvula . . . . .	123
A.1.2.3.	Gráficos de la bomba . . . . .	126
A.1.2.4.	Gráficos del acumulador . . . . .	128
A.1.2.5.	Gráficos de la estabilidad del sistema . . . . .	131
A.1.3.	Gráficos de presión . . . . .	134
A.1.3.1.	Gráficos del enfriador . . . . .	134
A.1.3.2.	Gráficos de la válvula . . . . .	139
A.1.3.3.	Gráficos de la bomba . . . . .	144
A.1.3.4.	Gráficos del acumulador . . . . .	149
A.1.3.5.	Gráficos de la estabilidad del sistema . . . . .	154
A.1.4.	Gráficos de otras variables . . . . .	159
A.1.4.1.	Gráficos del enfriador . . . . .	159
A.1.4.2.	Gráficos de la válvula . . . . .	164
A.1.4.3.	Gráficos de la bomba . . . . .	169
A.1.4.4.	Gráficos del acumulador . . . . .	174
A.1.4.5.	Gráficos de la estabilidad del sistema . . . . .	179
A.2.	Gráficos de los parámetros de tiempo . . . . .	184
A.2.1.	Gráficos del enfriador . . . . .	184
A.2.1.1.	Gráficos usando 1 dato por ciclo . . . . .	184
A.2.1.2.	Gráficos usando 2 datos por ciclo . . . . .	188
A.2.1.3.	Gráficos usando 6 datos por ciclo . . . . .	192
A.2.2.	Gráficos de la válvula . . . . .	195
A.2.2.1.	Gráficos usando 1 dato por ciclo . . . . .	196
A.2.2.2.	Gráficos usando 2 datos por ciclo . . . . .	200
A.2.2.3.	Gráficos usando 6 datos por ciclo . . . . .	204
A.2.3.	Gráficos de la bomba . . . . .	207
A.2.3.1.	Gráficos usando 1 dato por ciclo . . . . .	208
A.2.3.2.	Gráficos usando 2 datos por ciclo . . . . .	212
A.2.3.3.	Gráficos usando 6 datos por ciclo . . . . .	216
A.2.4.	Gráficos del acumulador . . . . .	219
A.2.4.1.	Gráficos usando 1 dato por ciclo . . . . .	220
A.2.4.2.	Gráficos usando 2 datos por ciclo . . . . .	224
A.2.4.3.	Gráficos usando 6 datos por ciclo . . . . .	228
A.2.5.	Gráficos de la estabilidad del sistema . . . . .	231
A.2.5.1.	Gráficos usando 1 dato por ciclo . . . . .	232
A.2.5.2.	Gráficos usando 2 datos por ciclo . . . . .	236
A.2.5.3.	Gráficos usando 6 datos por ciclo . . . . .	240
A.3.	Resultados a partir de los modelos RF . . . . .	244
A.4.	Resultados a partir de los modelos KNN . . . . .	249
A.5.	Resultados a partir de los modelos SVM . . . . .	254

A.5.1. Accuracy en función de la cantidad de ventanas de entrenamiento para distintos kernel . . . . .	254
A.5.2. Accuracy al variar los parámetros “C” y “gamma” . . . . .	259