

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
2. Marco Teórico	4
2.1. Series Temporales.	4
2.2. Series Temporales difusas.	5
2.2.1. Lógica Difusa	5
2.2.2. Serie Temporal Difusa	6
2.2.3. Operaciones difusas ^[9]	6
2.2.3.1. Fuzzyficación.	6
2.2.3.2. Intersección difusa.	6
2.2.4. Reglas difusas e inferencia	6
2.2.4.1. Modelamiento Matricial	7
2.2.4.2. Modelamiento de reglas difusas	7
2.2.4.3. Extracción de conocimiento	8
2.3. Modelos de series temporales difusas.	8
2.3.1. Parámetros relevantes	8
2.3.2. Modelos monovariantes y multivariantes.	11
2.4. Modelos del estado del arte	11
2.4.1. Redes Neuronales Artificiales.	12
2.4.1.1. Arquitectura.	12
2.4.1.2. Entrenamiento	12
2.4.1.3. Hiperparámetros Relevantes	12
2.4.2. Random Forest.	13
2.4.2.1. Arquitectura	13
2.4.2.2. Entrenamiento ^[20]	14
2.4.2.3. Hiperparámetros relevantes	14
2.4.3. Transformer	15
2.4.3.1. Arquitectura.	15
2.4.3.2. Self Attention	16
2.5. Métricas de error	18
2.5.1. MSE	18
2.5.2. MAPE.	18
3. Base de datos.	19
3.1. Dataset.	19
3.2. Análisis exploratorio de la demanda disponible.	20
3.3. Preprocesamiento de datos.	20

3.4.	Definición de conjuntos de entrenamiento y prueba.	23
4.	Estado del arte	24
4.1.	Investigaciones sobre modelos de predicción de la demanda de energía eléctrica . . .	24
4.1.1.	Pronóstico de demanda y potencia eléctrica para la red Chilectra S.A	24
4.1.1.1.	Resumen	24
4.1.1.2.	Base de Datos	25
4.1.1.3.	Resultados	25
4.1.2.	<i>A Transformer-Based Framework for Time Series Learning</i>	25
4.1.2.1.	Resumen	25
4.1.2.2.	Base de Datos	26
4.1.2.3.	Resultados	26
4.1.3.	<i>Scalable Models with Fuzzy Time Series</i>	26
4.1.3.1.	Resumen	27
4.1.3.2.	Base de Datos	27
4.2.	Adaptación de modelos del estado del arte	28
4.2.1.	Modelos de <i>machine learning</i> supervisado	28
4.2.2.	Transformers Adaptados	28
4.2.2.1.	Arquitectura	28
4.2.2.2.	Entrenamiento	30
4.2.2.3.	Hiperparámetros relevantes.	32
4.3.	Metodología e Implementación Computacional	33
4.3.1.	Scikit-Learn y Pytorch	33
4.3.2.	Datos	34
4.3.2.1.	Codificación posicional	34
4.3.3.	Configuración de modelos de machine learning supervisado.	35
4.3.4.	Configuración del transformer adaptado.	36
5.	Modelos difusos	37
5.1.	Modelos difusos con una variable	37
5.1.1.	Método de Series Temporales difusas de alto Orden (HOFTS)	37
5.1.1.1.	Proceso de entrenamiento	37
5.1.1.2.	Proceso de pronóstico	38
5.1.2.	Extensión con Ponderaciones (WHOFTS)	39
5.1.3.	Modelo de ponderaciones probabilísticas (PWFTS)	40
5.1.3.1.	Probabilidades empíricas difusas	40
5.1.3.2.	Proceso de entrenamiento	41
5.1.3.3.	Proceso de pronóstico	43
5.2.	Modelos difusos multivariables	44
5.2.1.	Método Multivariable de Series Temporales Difusas (MVFTS)	44
5.2.1.1.	Proceso de entrenamiento.	44
5.2.1.2.	Proceso de pronóstico.	45
5.2.2.	Extensión Ponderada de Método Multivariable	46
5.2.2.1.	Proceso de entrenamiento	46
5.2.2.2.	Proceso de pronóstico	46
5.2.3.	Series Temporales Difusas con Información Difusa Granular (FIG-FTS) . . .	47
5.2.3.1.	Proceso de entrenamiento.	48

5.2.3.2.	Proceso de pronóstico	49
5.3.	Metodología e Implementación Computacional.	49
5.3.1.	pyFTS	49
5.3.2.	Proceso computacional de un modelo difuso.	50
5.3.3.	Partición.	50
5.3.4.	Orden.	51
5.3.5.	Tipos de modelos.	51
6.	Resultados.	53
6.1.	Modelos de series difusas.	53
6.1.1.	Modelos monovariantes.	53
6.1.1.1.	HOFTS	53
6.1.1.2.	WHOFTS	54
6.1.1.3.	PWFTS	54
6.1.1.4.	Rendimiento de modelos de una variable.	55
6.1.2.	Modelos multivariantes.	55
6.1.2.1.	MVFTS	55
6.1.2.2.	Weighted MVFTS	56
6.1.2.3.	FIG - FTS	56
6.1.2.4.	Rendimiento de modelos multivariantes.	57
6.1.3.	Rendimiento General.	57
6.2.	Modelos del Estado del Arte.	59
6.2.1.	Red Neuronal	59
6.2.2.	Random Forest	59
6.2.3.	Transformer Adaptado	60
6.2.4.	Rendimiento de modelos de Estado del Arte	60
6.3.	Predicciones sobre ventanas extensas	61
6.4.	Análisis	62
7.	Conclusiones y Trabajo Futuro	63
	Bibliografía	65
	Anexos	68
A.	Lógica Difusa.	68
A.1.	Grado de pertenencia o membresía	68
A.2.	Conjunto Difuso.	68
A.3.	Variable lingüística.	68
A.4.	Universo de Discurso.	68