

ÍNDICE DE CONTENIDOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
AGRADECIMIENTO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESUM	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESUMEN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ABSTRACT	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ÍNDICE DE FIGURAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ÍNDICE DE TABLAS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
LISTA DE VARIABLES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
LISTA DE ACRÓNIMOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
PUBLICACIONES Y PONENCIAS EXTRAÍDAS DE LA TESIS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CAPÍTULO 1	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.1. MOTIVACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2. REDES NEURONALES	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2.1. <i>Introducción</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.2.2. <i>Fundamentos biológicos de las redes neuronales</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.2.3. <i>Definición y propiedades</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.2.4. <i>Evolución histórica de las redes neuronales artificiales</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.2.5. <i>Aplicaciones</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.3. INTRODUCCIÓN A LOS PROBLEMAS ABORDADOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.3.1. <i>Estudio de pérdidas de carga localizadas en emisores integrados</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.3.2. <i>Estudio de la evapotranspiración de referencia</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.4. OBJETIVOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.4.1. <i>Objetivos generales</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.4.2. <i>Objetivos particulares</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.4.2.1. <i>Estudio de pérdidas de carga singulares</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.4.2.2. <i>Estudio de la evapotranspiración de referencia</i>	¡Error! Marcador no definido.
1.5. ESTRUCTURA DEL CONTENIDO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CAPÍTULO 2	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.1. INTRODUCCIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.2.1. <i>Desarrollo experimental</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.2. <i>Variables del modelo</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.3. <i>Gestión de datos experimentales</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4. <i>Propiedades de las redes neuronales utilizadas e implementación en Matlab</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4.1. <i>Propiedades de la ANN</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4.1.1. <i>Modelo neuronal</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4.1.2. <i>Algoritmo de entrenamiento</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4.1.3. <i>Criterio de parada</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4.2. <i>Implementación de las redes</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4.2.1. <i>Arquitecturas analizadas. Número de repeticiones</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.4.2.2. <i>Parámetros de entrenamiento</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.2.5. <i>Indicadores de calidad del comportamiento de las redes</i> ..	¡Error! Marcador no definido.
2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.3.1. <i>Selección de las variables del modelo</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1.1. <i>h_j como variable de salida</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1.2. <i>α como variable de salida</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.1.3. <i>Comparativa general</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.2. <i>Composición del subgrupo de verificación</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.3.3. <i>Propuesta de modelo ANN</i>	¡Error! Marcador no definido.
2.4. CONCLUSIONES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
2.5. LÍNEAS DE FUTURO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

CAPÍTULO 3	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.1. INTRODUCCIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.2.1. <i>Obtención de datos climáticos</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.2.2. <i>Gestión de datos climáticos</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.2.3. <i>Obtención de targets y caracterización de estaciones</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.2.4. <i>Propiedades de las redes neuronales utilizadas e implementación en Matlab</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.2.4.1. Propiedades de la ANN.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.4.2. Implementación de las redes.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2.4.2.1. <i>Neural Networks Toolbox</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.2.4.2.2. <i>Matlab Editor</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.2.5. <i>Indicadores de calidad del comportamiento de las redes</i> ..	¡Error! Marcador no definido.
3.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
3.3.1. <i>Cálculos realizados con el Neural Networks Toolbox</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.3.2. <i>Cálculos realizados con el Matlab Editor</i>	¡Error! Marcador no definido.
3.4. CONCLUSIONES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CAPÍTULO 4	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.1. INTRODUCCIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.2.1. <i>Obtención de datos climáticos</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.2.2. <i>Gestión de datos climáticos</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.2.3. <i>Obtención de targets y caracterización de estaciones</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.2.4. <i>Gestión de inputs y modelos considerados</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.2.5. <i>Propiedades de las redes neuronales utilizadas</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.2.6. <i>Implementación en Matlab</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.3.1. <i>Selección del rango máximo de IC. Selección del modelo y de la alternativa de test óptimos</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.3.2. <i>Análisis del modelo óptimo</i>	¡Error! Marcador no definido.
4.4. CONCLUSIONES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
4.5. TRABAJO FUTURO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
BIBLIOGRAFÍA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ANEJO A	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
A.1. CARACTERIZACIÓN DE UNA RED NEURONAL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
A.1.1. <i>Nodos o neuronas</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.1.2. <i>Combinación de señales de entrada a un nodo. Post synaptic potentia</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.1.3. <i>Función de activación</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.1.4. <i>Patrón de conectividad</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.1.5. <i>Regla de propagación de las señales a través de la red</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.1.6. <i>Regla de entrenamiento</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.2. TOPOLOGÍA DE LAS REDES NEURONALES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
A.3. EL PERCEPTRON FRENTE AL PERCEPTRON MULTICAPA O MULTINIVEL.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
A.4. EL PROCESO DE APRENDIZAJE.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
A.4.1. <i>Tipología</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.4.2. <i>Error backpropagation learning algorithm</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.4.2.1. <i>Fundamentos del método</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.4.2.2. <i>Implementación del EBLA</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.4.3. <i>Criterios de parada</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.4.4. <i>Inicialización de pesos</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.5. ALGORITMOS DE ENTRENAMIENTO AVANZADOS.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
A.5.1. <i>Técnica del gradiente conjugado (CGD)</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.5.2. <i>Método Quasi-Newton (QN)</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.5.3. <i>Algoritmo de Levenberg-Marquardt (LM)</i>	¡Error! Marcador no definido.
A.6. MANEJO DEL SISTEMA DE DATOS. CAPACIDAD DE GENERALIZACIÓN DE LA RED.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ANEJO B.....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

- B.1. SELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA ÓPTIMA PARA DIFERENTES COMBINACIONES INPUT-OUTPUT. REPETICIÓN ÓPTIMA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
 - B.1.1. h_j como output..... ¡Error! Marcador no definido.
 - B.1.2. α como output..... ¡Error! Marcador no definido.
- B.2. SELECCIÓN DE LA ARQUITECTURA ÓPTIMA PARA DIFERENTES COMBINACIONES DE VALIDACIÓN-TEST. REPETICIÓN ÓPTIMA..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- B.3. ERRORES ASOCIADOS A LOS PROCESOS ‘LEAVE ONE OUT’..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
 - B.3.1. Rendimientos desglosados por emisor de test para las combinaciones de verificación NBE, NBH, ABE, BCDE y GBHI. Repetición óptima..... ¡Error! Marcador no definido.
 - B.3.2. predicciones finales asociadas a las combinaciones de verificación NBH, ABE, BCDE y GBHI. Repetición y arquitectura óptimas..... ¡Error! Marcador no definido.
 - B.3.3. Errores asociados a las fases de entrenamiento, validación-cruzada y test de cada etapa de los procesos ‘leave one out’. Repetición óptima..... ¡Error! Marcador no definido.

ANEJO C.....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

- C.1. CÁLCULOS REALIZADOS CON EL NEURAL NETWORKS TOOLBOX DE MATLAB ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
 - C.1.1. Modelo ANN de 4 inputs ¡Error! Marcador no definido.
 - C.1.1.1. Indicadores de rendimiento del modelo..... ¡Error! Marcador no definido.
 - C.1.1.2. Predicción del modelo sobre el set de test ¡Error! Marcador no definido.
 - C.1.2. Modelo ANN de 7 inputs ¡Error! Marcador no definido.
 - C.1.2.1. Indicadores de rendimiento del modelo ¡Error! Marcador no definido.
 - C.1.2.2. Predicción del modelo sobre el set de test ¡Error! Marcador no definido.
- C.2. CÁLCULOS REALIZADOS CON MATLAB EDITOR..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
 - C.2.1. Modelo ANN de 4 inputs ¡Error! Marcador no definido.
 - C.2.1.1. Selección de arquitectura óptima ¡Error! Marcador no definido.
 - C.2.1.2. Predicción del modelo ANN de 4 inputs para los sets de test.... ¡Error! Marcador no definido.
 - C.2.2. Modelo ANN de 7 inputs ¡Error! Marcador no definido.
 - C.2.2.1. Selección de arquitectura óptima ¡Error! Marcador no definido.
 - C.2.2.2. Predicción del modelo sobre el set de test ¡Error! Marcador no definido.

ANEJO D.....¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

- D.1. ANÁLISIS DE LA COMBINACIÓN DE RANGOS MÁXIMOS DE IC ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- D.2. ERRORES RELATIVOS ABSOLUTOS PROMEDIOS DE TODOS LOS MODELOS, ALTERNATIVAS DE TEST Y COMBINACIONES DE RANGOS DE IC CONSIDERADOS..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
 - D.2.1. Caso 0 ¡Error! Marcador no definido.
 - D.2.2. Caso 1 ¡Error! Marcador no definido.
 - D.2.3. Caso 2 ¡Error! Marcador no definido.
 - D.2.4. Caso 3 ¡Error! Marcador no definido.
 - D.2.5. Caso 4 ¡Error! Marcador no definido.
 - D.2.6. Caso 5 ¡Error! Marcador no definido.
- D.3. SELECCIÓN DE ARQUITECTURA ÓPTIMA DE LOS MODELOS DE PREDICCIÓN DE R_c Y HR Y DEL MODELO ANN DE 4 INPUTS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
 - D.3.1. Modelo para predicción de R_c en Castalla ¡Error! Marcador no definido.
 - D.3.2. Modelo para predicción de HR en Castalla..... ¡Error! Marcador no definido.
 - D.3.3. Modelo para predicción de R_c en Pinoso..... ¡Error! Marcador no definido.
 - D.3.4. Modelo para predicción de HR en Pinoso..... ¡Error! Marcador no definido.
 - D.3.5. Modelo de 4 inputs para predicción de ET_o en Altea..... ¡Error! Marcador no definido.
 - D.3.6. Modelo de 4 inputs para predicción de ET_o en Onda..... ¡Error! Marcador no definido.
 - D.3.7. Modelo de 4 inputs para predicción de ET_o en Benavites.. ¡Error! Marcador no definido.
- D.4. ÍNDICES DE CALIDAD DEL MODELO ÓPTIMO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- D.5. Índices de calidad de los modelos preliminares de R_c y HR correspondientes al modelo óptimo
¡Error! Marcador no definido.