

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO SOFTWARE
BASADO EN TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, PARA
PREDECIR EL ÍNDICE DE RADIACIÓN SOLAR EN RIOBAMBA-
ECUADOR.**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
MAESTRÍA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE**

Ing. Verónica Mora Ms C.

Director: Dr. Luis Enrique Sánchez

Codirector: Ing. Lucas Garcés

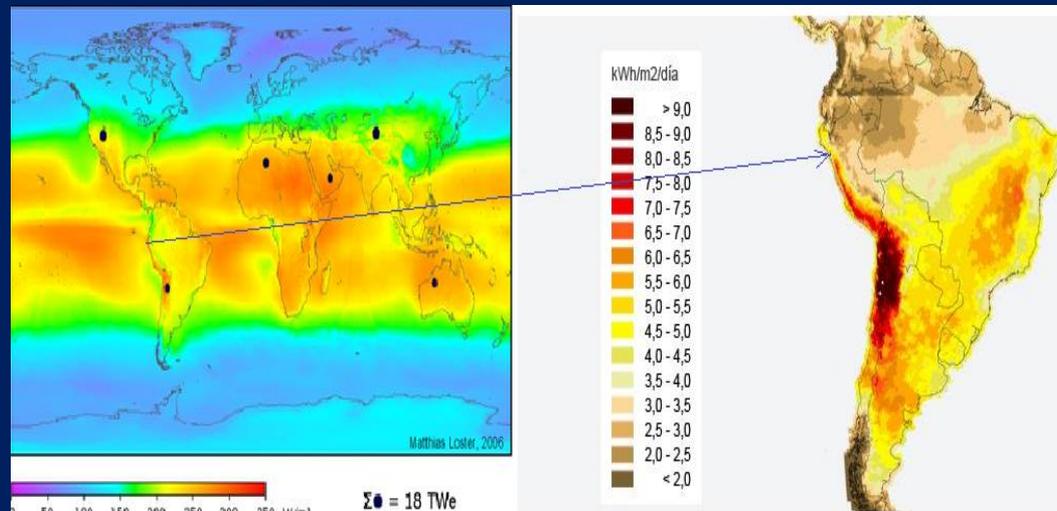
- 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**
- 2. APROXIMACIÓN A LA SOLUCIÓN**
- 3. TÉCNICAS IA CON APLICACIÓN A PREDICCIÓN DE SERIES TEMPORALES NO LINEALES**
- 4. ASIGNACIÓN DE TÉCNICAS IA PARA PREDICCIÓN DEL INDICE UV**
- 5. DISEÑO DEL MODELO SOFTWARE**
- 6. RESULTADOS**

PROBLEMA SOCIAL

- La OMS registra al cáncer de piel producida por el sol como un indicador que ha incrementado a nivel mundial.
- Son 200 mil casos de melanoma maligno debido al sol, y se produjeron 65.000 muertes en el mundo
- 18 millones de personas ciegas por cataratas y el 5 % fueron debido al sol.
- 2,8 millones de personas con carcinoma espinocelular y 10 millones de pacientes con carcinoma basocelular todos debido al sol.



- Países como China, Singapur, Australia e India son cuatro de los países con mayor potencial de energía solar en el mundo, en el mismo sentido México, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y Perú registran actualmente un potencial de radiación solar sobre los 7.5 Kw/m² cada día cuando lo aceptable está sobre los 4Kw/m² por día



Quito (3000 metros) Riobamba (2750 metros) Ibarra (2225 metros) Loja (2100 metros)

La ubicación geográfica, sus zonas meridionales, el daño de la capa de ozono, la línea ecuatorial y la altitud superior a los 2.100 metros sobre el nivel del mar.

Ciudades con un alto índice de radiación solar

Índice de potencial solar región interandina-ecuador	Máximo kwh/m ² día	Mínimo Kwh/m ² día	Promedio Kwh/m ² día
Quito	4.8	4.4	4.6
Riobamba	4.6	4.3	4.4
Ibarra	4.5	4	4.25
Loja	4.5	4	4.25

Fuente:(CONELEC, 2008)

PROBLEMA SOCIAL

- En la ciudad de Riobamba el cáncer de piel ha aumentado en un 500% en los últimos 5 años.
- La incidencia de cáncer de piel en los campesinos debido al efecto acumulativo.



CAMPAÑAS DE PREVENCIÓN



MECANISMOS DE INGENIERÍA



- La potencia de la radiación solar mediante modelos físicos, matemáticos y computacionales, permiten estimar una alta resolución de la radiación solar.
- Modelos computacionales basados en técnicas IA permiten predecir el índice de radiación solar según los rangos de la OMS.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Riobamba

dom.

Chubascos



Prob. de precipitaciones: 80%

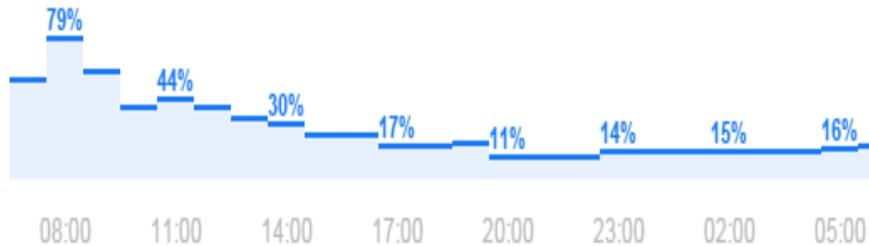
Humedad: 82%.

Viento: a 18 km/h.

Temperatura

Precipitaciones

Viento



¿Es posible
determinar la
técnica IA
apropiada para
predecir el índice
UV según los
rangos de la
OMS?

APROXIMACIÓN DE LA SOLUCIÓN

TAREAS DE INVESTIGACIÓN:

- * Determinación de la técnica IA para predicción.
- * Adquisición de datos (sol) desde 2 puntos de referencia de la ciudad.
- * Implementación de una web para la difusión de los datos medidos.

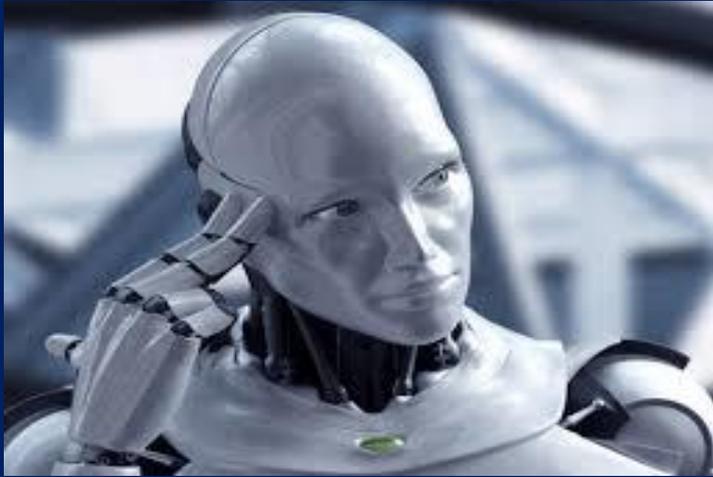


No hay evidencia de aplicaciones de los procesos de predicción basados en técnicas IA en el Ecuador.

La complejidad de la presente investigación conlleva a la determinación de la técnica IA que permita obtener una predicción robusta y exacta.

DETERMINACION DE LA TECNICA IA PARA PREDICCIÓN

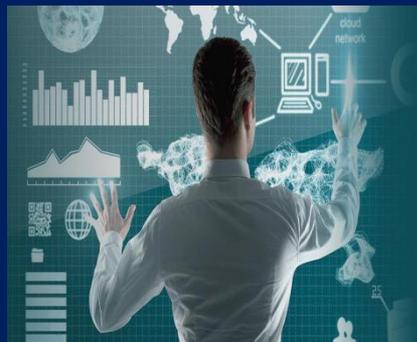
La inteligencia artificial en su definición más aproximada según (RAE, 2010) afirma que: ~inteligencia artificial. f. Inform. Es una “Disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico”



La inteligencia artificial define al agente inteligente como principal unificador común entre el hombre y la máquina, de tal manera que es precisamente la inteligencia artificial una ciencia que estudia los diversos agentes artificiales (entidad física, virtual, racional o artificial) que toman o reciben percepciones del entorno para llevar a cabo diversas acciones.

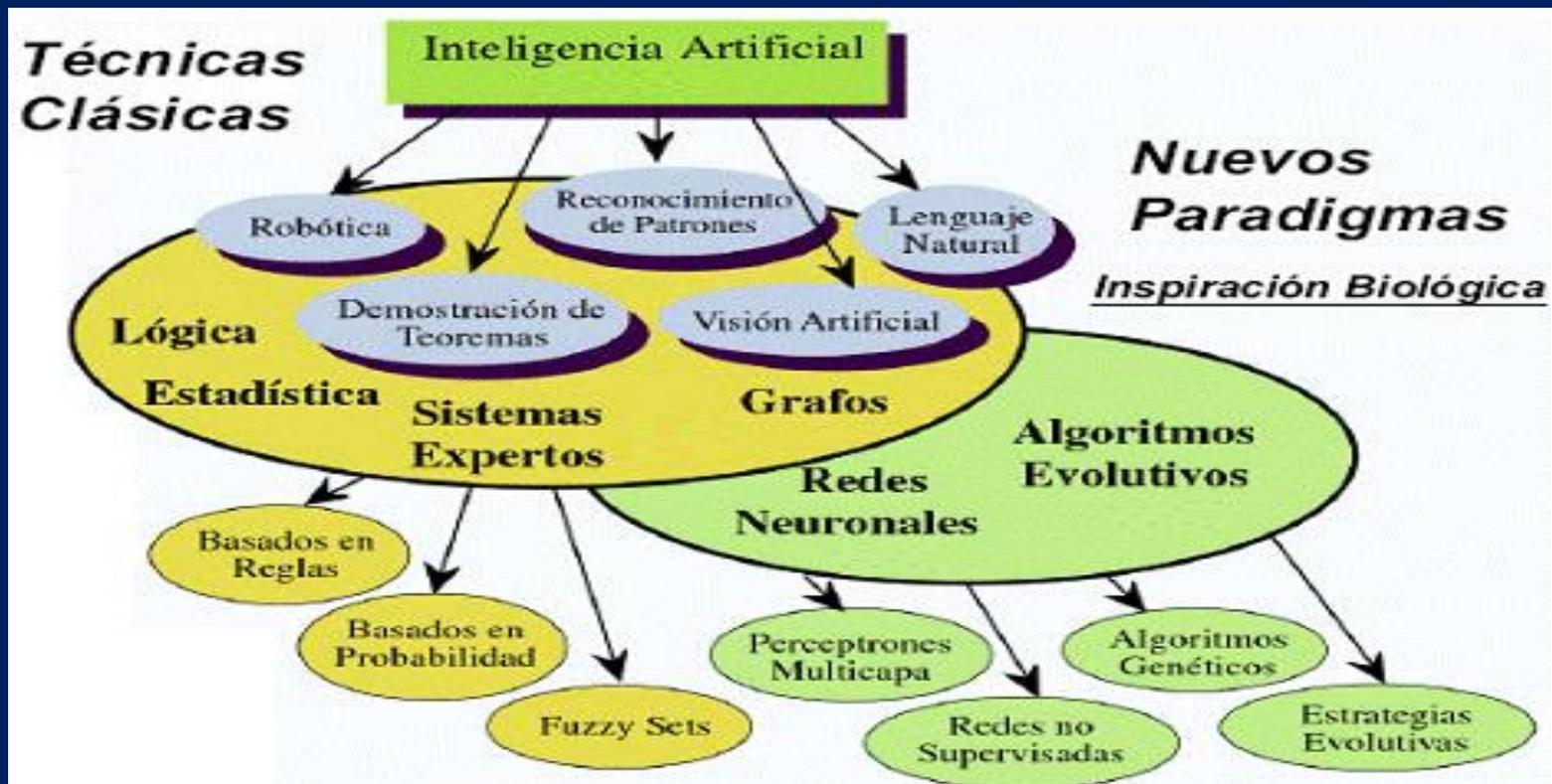
DETERMINACION DE LA TECNICA IA PARA PREDICCIÓN

La inteligencia Artificial en la actualidad abarca varias áreas que van desde áreas de propósito muy general como percepción, aprendizaje demostraciones, **predicciones**, pronóstico de enfermedades, y automatización de tareas intelectuales.



DETERMINACION DE LA TECNICA IA PARA PREDICCIÓN

Desde hace muchos años se ha tratado de dilucidar la forma de predecir acontecimientos futuros para tomar acciones preventivas. Es así que dentro de estos eventos futuros están las condiciones climáticas que afectan directa o indirectamente todos los días. El presente estudio se direccionó principalmente a la definición de la técnica IA más apropiada para trabajar con aplicaciones de predicción.

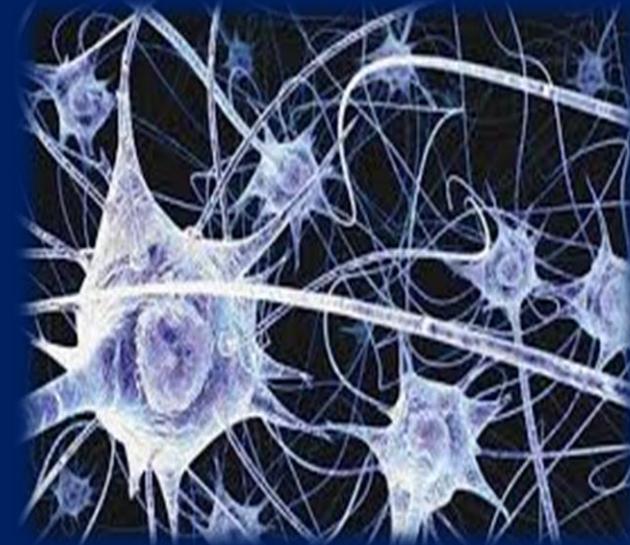


CRITERIOS

Las Redes Neuronales son una herramienta muy poderosa para la modelación matemática, especialmente cuando se utilizan para modelar problemas no lineales.

Su característica principal es la generalización y robustez en la predicción de series de tiempos dados.

Las redes neuronales han sido utilizadas exitosamente en muchos tipos de problemas de predicción con un alto grado de exactitud y precisión, y...

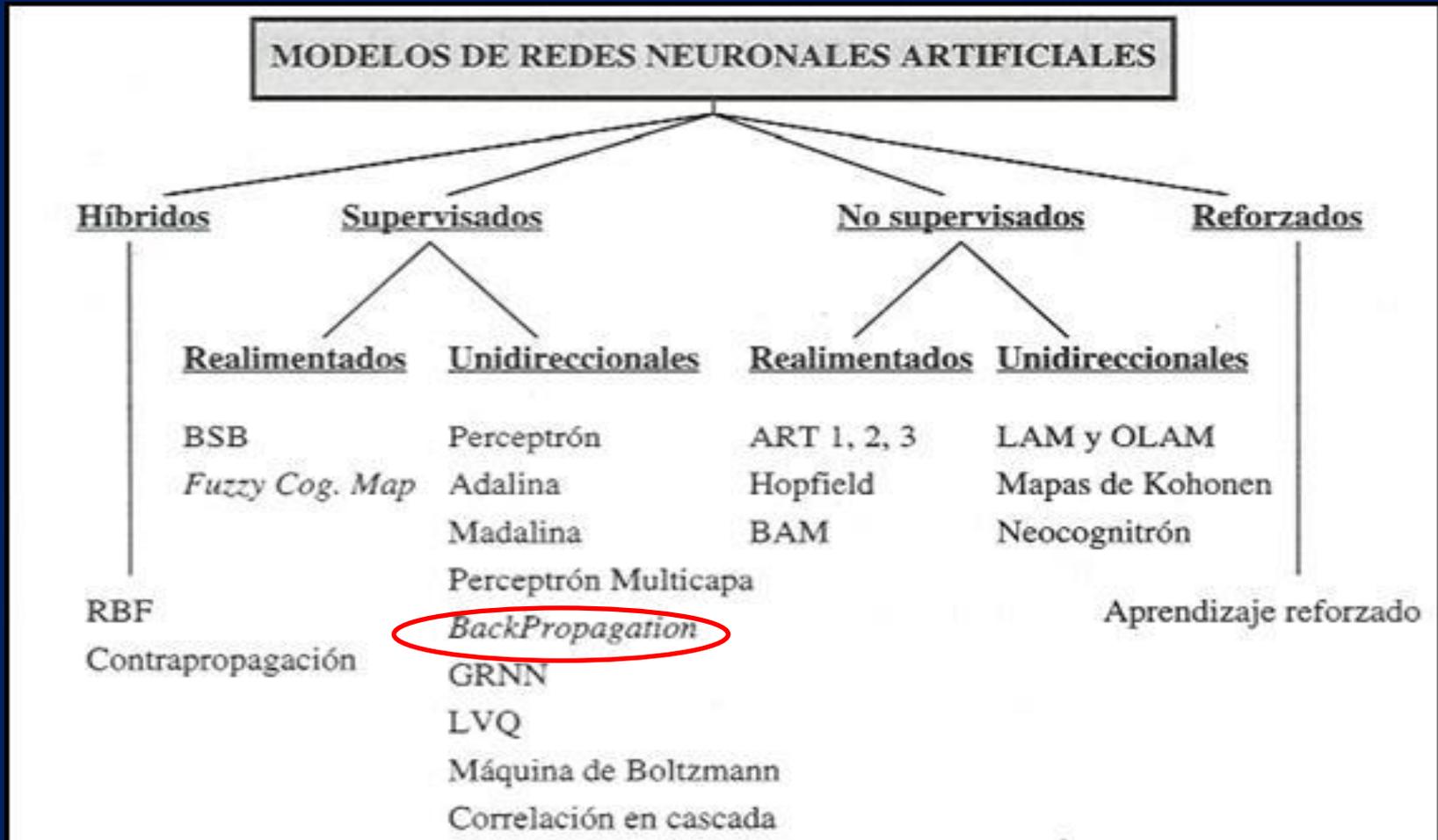


COMPARACION DE TRABAJOS DE PREDICCIÓN DE RADIACION SOLAR

AUTOR/ES	ANO	PAIS	TIPO DE MODELO	HORIZONTE DE PREDICCIÓN	VARIABLES DE ENTRADA	VARIABLES DE SALIDA	RESULTADOS
Sfetsos y Coonick [18]	1999	Grecia	Inteligencia Artificial ANN	Por hora	Radiación solar DIRECCION DEL VIENTO	Radiación solar	CV- RMSE=31%
Kemmoku y Nakagawa [19]	1999	Japón	Inteligencia Artificial ANN	1 día	Datos de presión atmosférica	Radiación solar	MAPE=20%
Cao y Lin [20]	2008	Shanghai China	Inteligencia artificial ANN y WAVELETS	1 Hora	Radiación solar pasada, modelo Ashare	Radiación Solar	RMSE=4.76%
Crispim et al. [21]	2011	Portugal	Inteligencia artificial ANN	Hasta 30 minutos	Radiación solar pasada y nubosidad	Radiación solar	CV=RMSE=42,35%
J	2014	Turquia	Inteligencia artificial SVM	1 día	Temperatura, radiación solar	Radiación solar acumulada	CV-RSME=9,46%
Ramedani et al. [24]	2014	Irán	Inteligencia artificial SVM	1 día	Horas del sol, Día del año	Radiación solar acumulada	RMSE=3.3 R ² =89,9%
Mukherjee, Osuna y Giorsi [25]	1997	Shanghai China	SVM Polinomios Redes RBF MLP	Hasta 30 minutos	Radiación solar pasada e índice de nubosidad	Radiación solar	CV-RSME=9,42%
Mulle, Smola et al [26]	2000	Pennsylvania	SVM RBF	1 día	Temperatura, radiación solar	Radiación solar acumulada	CV-RSME=9,42%
Pai y Hong[27]	2007	Tailandia	SVM Recurrente ANN Regression	1 día	Horas del sol, Día del año	Radiación solar acumulada	RP =76% PCM=24,46% EPOCHS=56% LM=51%

Fuente: (UNFCCC, 2010)

REDES NEURONALES

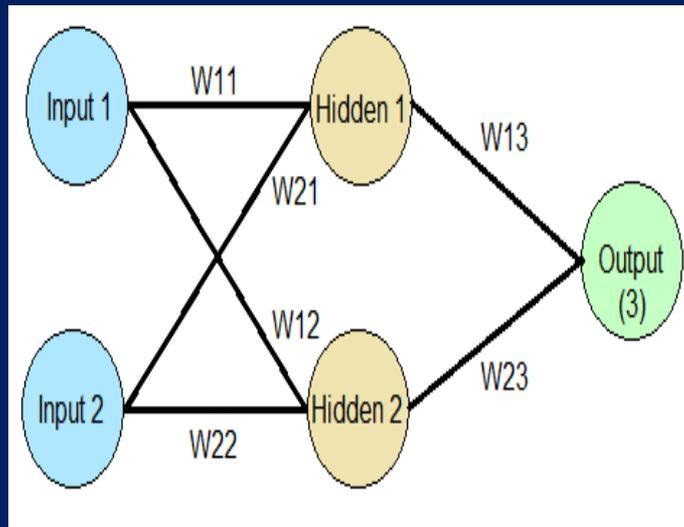


TÉCNICAS IA

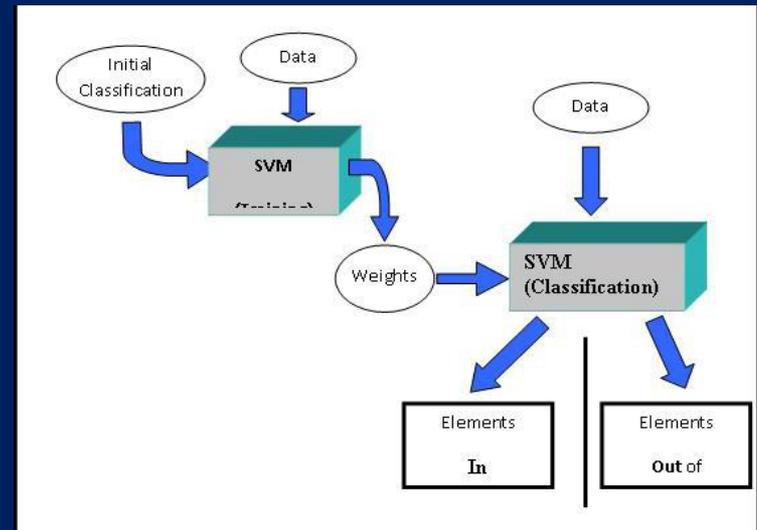
BACKPROPAGATION (BP)

El análisis de las redes neuronales como técnica de inteligencia artificial obedece a la evaluación de la capacidad de las redes neuronales artificiales como herramienta de predicción a través de las distintas configuraciones.

Backpropagation (BP)



Support Vector Machine (SVM)



TÉCNICAS IA

BACKPROPAGATION (BP)

La propagación hacia atrás es un algoritmo de aprendizaje supervisado que se usa para entrenar redes neuronales artificiales. El algoritmo emplea un ciclo propagación – adaptación de dos fases.

Una vez que se ha aplicado un patrón a la entrada de la red como estímulo, este se propaga desde la primera capa a través de las capas superiores de la red, hasta generar una salida. La señal de salida se compara con la salida deseada y se calcula una señal de error para cada una de las salidas.

TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El modelo de una neurona artificial es una imitación del proceso de una neurona biológica.

Donde los P_i son las entradas a la neurona, estas sufren un efecto multiplicador W_i por la comunicación de las mismas al núcleo de la neurona, donde se sumaran mediante

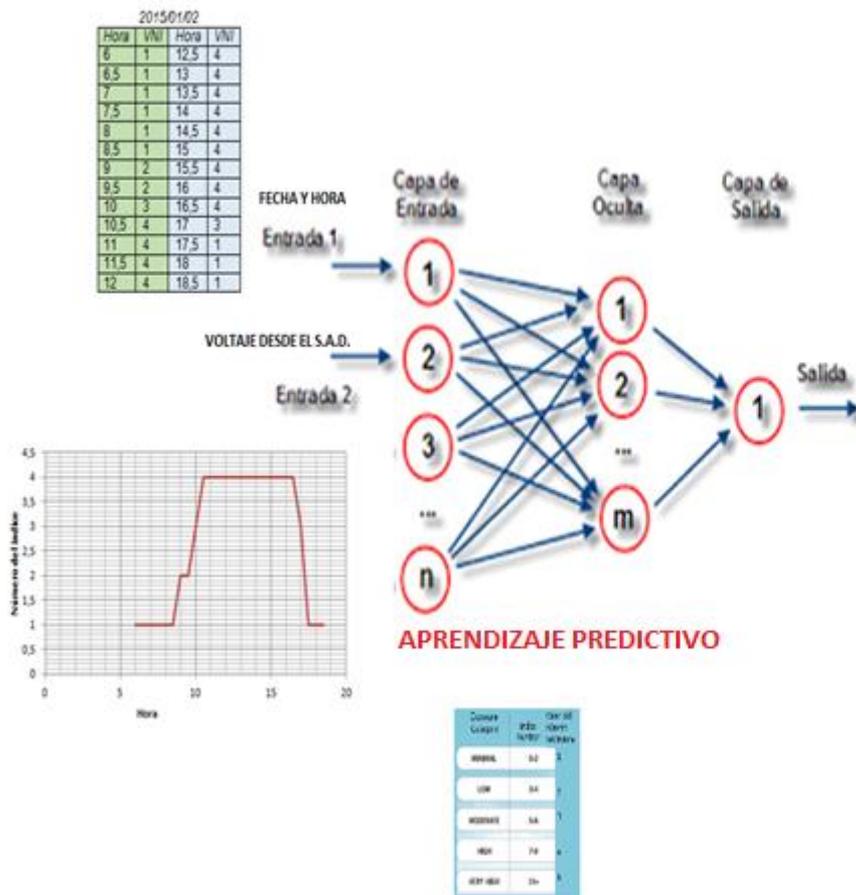
$$n = \sum_{i=1}^{i=q} (w_i * p_i) + b$$

La salida de la neurona luego es modificada mediante la función de transferencia f :

$$a = f(n) = f\left(\sum_{i=0}^{i=q} (p_i * w_i) + b\right)$$

TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El modelo de una neurona artificial es una imitación del proceso de una neurona biológica.



MODELO SOFTWARE PARA EL MONITOREO Y DIFUSIÓN DE LOS ÍNDICES DE RADIACIÓN SOLAR EN LA ESPOCH

NÚMERO DE ÍNDICE UV EQUIVALENTE SEGÚN LA NWS-EPA	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN (OMS)	RECOMENDACIONES DE LA OMS PARA PROTEGERSE DE LA RADIACIÓN UV	EXPOSICIÓN GRÁFICA
2	No hay peligro para la persona promedio.	BAJA	No necesita protección. Puede permanecer en el exterior sin riesgo.	

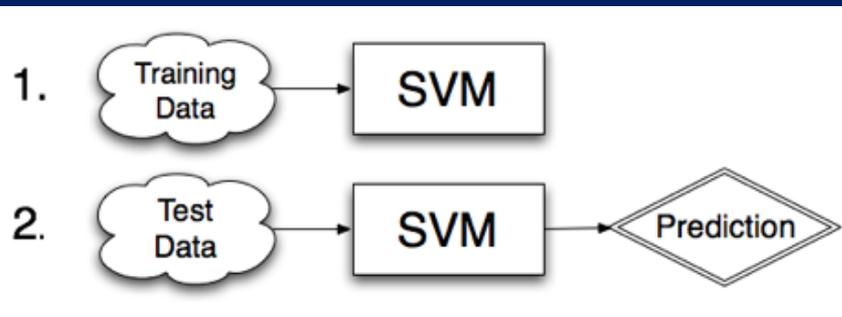
FECHA/HORA DE MONITOREO: 2015-01-04 12:00:43

ASIGNACIÓN DE TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

SUPPORT VECTOR REGRESSION (SVR)

Las SVMs no solo se pueden aplicar a problemas de clasificación, sino también para regresión y estimación de funciones.

De la misma manera que en el enfoque visto anteriormente para clasificación, también hay un interés en buscar y optimizar los límites de generalización dados para regresión, estos se basan en la definición de una función de pérdida que ignora los errores que están situados dentro de cierto umbral del verdadero valor.



ASIGNACIÓN DE TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

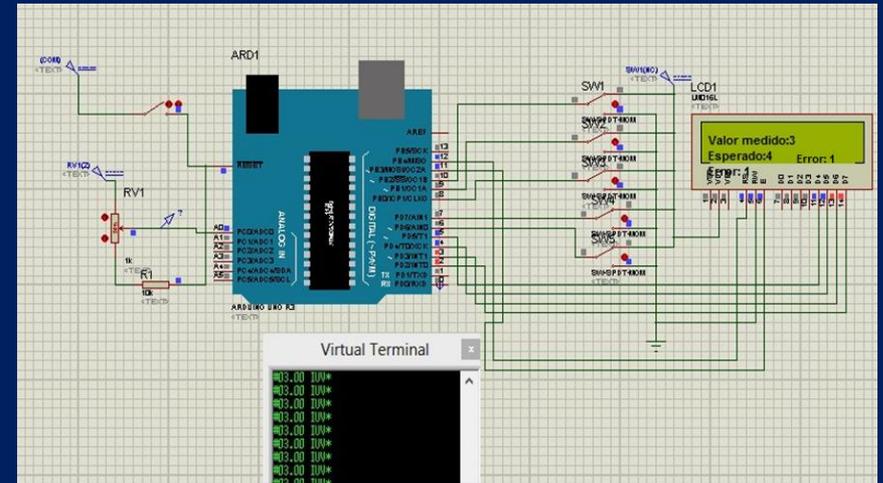
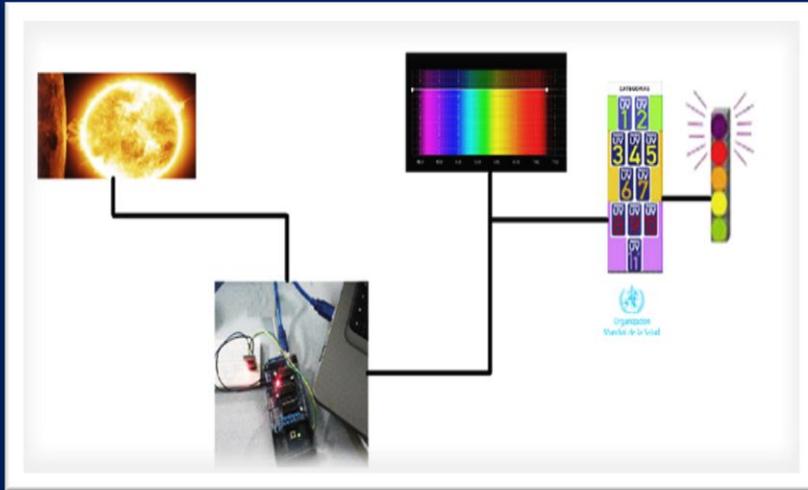
Comparación Técnica

ANN	SVM
Capas ocultas transforman a espacios de cualquier dimensión	Kernel transforman a espacios de dimensión muy superior
El espacio de búsqueda tiene múltiples mínimos locales	El espacio de búsqueda tiene solo un mínimo global
El entrenamiento es muy costoso	El entrenamiento es muy eficiente
La clasificación es muy eficiente	La clasificación es muy eficiente
Se diseña un número de capas ocultas y nodos	Se diseña la función kernel y el parámetro de coste C
Buen funcionamiento en problemas típicos	Extremadamente robusto para generalización, menos necesidad heurística para entrenamiento
Su especificación se basa en el principio de minimización del riesgo estructural	de minimización del riesgo estructural que equivale a minimizar el límite superior del error de generalización del modelo

Fuente: (Berenguel, 1998)

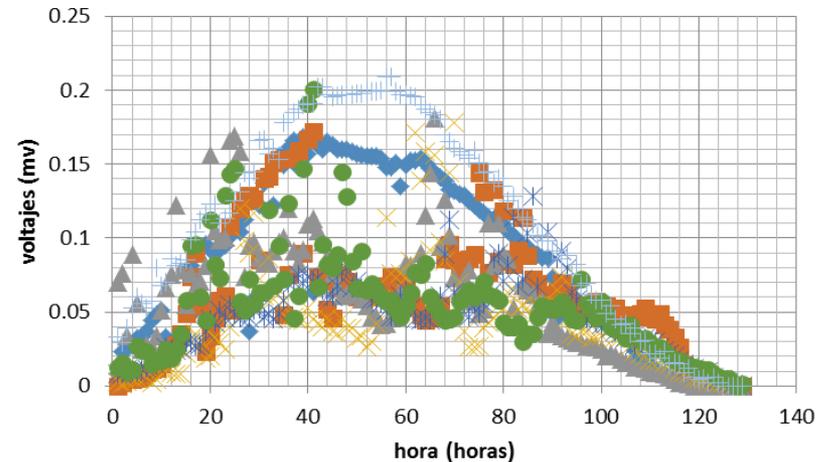
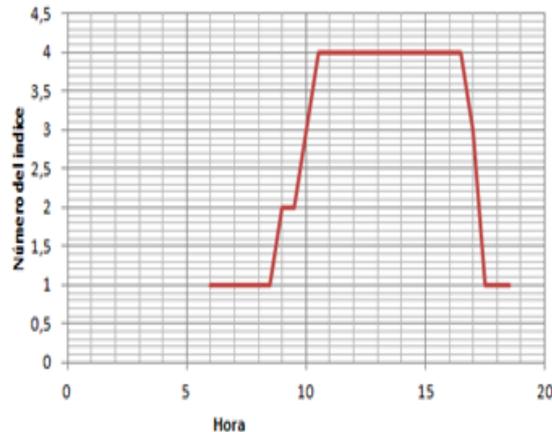
ADQUISICIÓN DE DATOS (Hardware)

Un sistema electrónico de adquisición de datos (SAD), es diseñado para adquirir la información de una variable (sol)



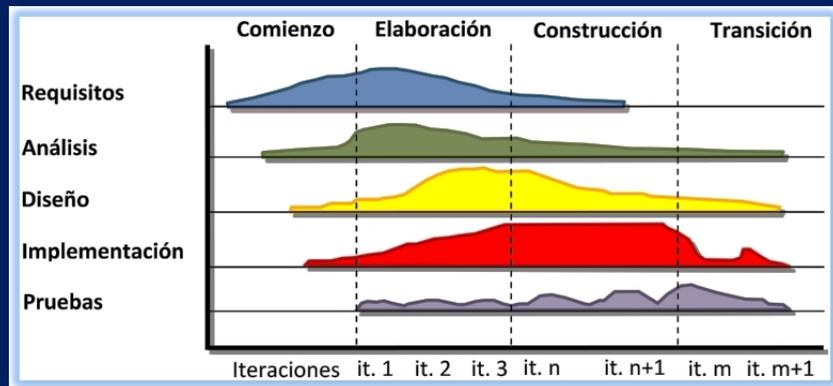
2015/01/02

Hora	VNI	Hora	VNI
6	1	12,5	4
6,5	1	13	4
7	1	13,5	4
7,5	1	14	4
8	1	14,5	4
8,5	1	15	4
9	2	15,5	4
9,5	2	16	4
10	3	16,5	4
10,5	4	17	3
11	4	17,5	1
11,5	4	18	1
12	4	18,5	1



DISEÑO DEL MODELO SOFTWARE

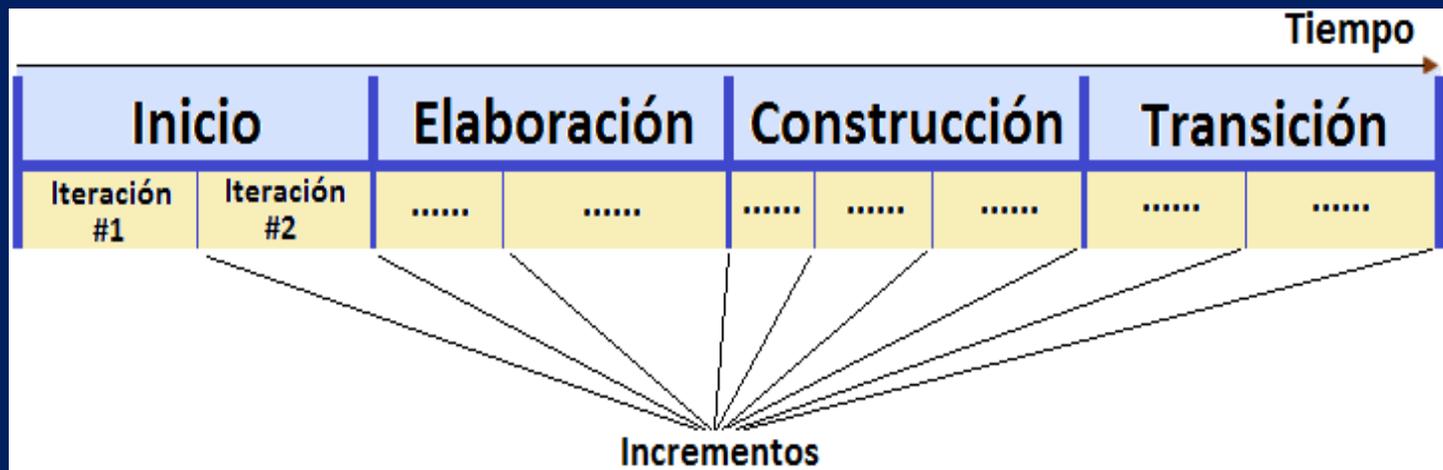
La metodología empleada para el diseño e implementación del modelo software para la predicción de la radiación solar en Riobamba-Ecuador. Cabe destacar que la metodología empleada se basa en el paradigma orientado a objetos, haciendo uso del Proceso Unificado de Desarrollo Software (PUD) y el lenguaje UML (Lenguaje Unificado de Modelado).



Conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos de usuario en un sistema software

Lenguaje estándar para escribir planos de software que puede utilizarse para visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema.

En el Proceso de desarrollo Unificado Iterativo, cada uno de los ciclos de iteración forma el sistema software. Se repite a lo largo de una serie de ciclos que constituyentes la vida de un sistema.



Con la finalización de cada ciclo iterativo se concluye una versión del producto para los clientes. Cada ciclo consta de cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y transición, además cada fase termina con un hito (artefactos), donde se deben tomar decisiones

FASES DEL P.U.D

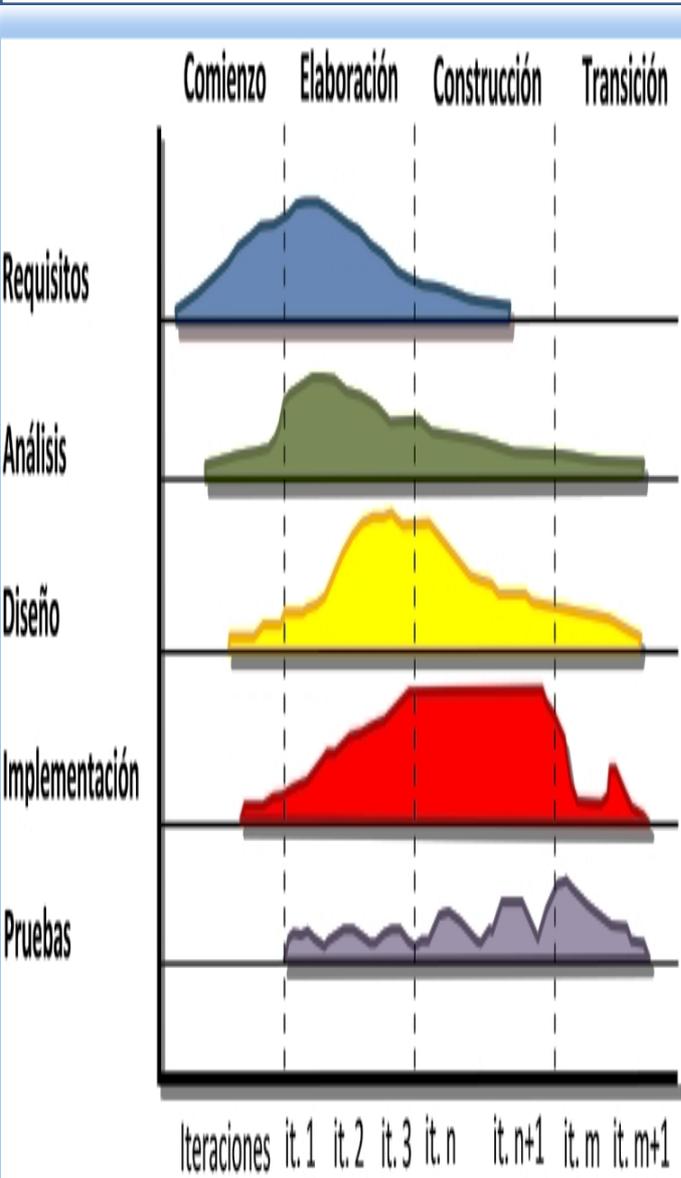


Figura 4.2: Fases del P.U.D

Cada ciclo posee una nueva versión del sistema, y cada versión es un producto preparado para su entrega.

El producto software terminado en cada ciclo, incluye los requisitos, casos de uso, especificaciones no funcionales y casos de prueba de esa porción.

ITERACIONES Y EVOLUCIÓN DEL PROYECTO

En base a la metodología PUD se muestra las 4 iteraciones en las que se ha dividido la creación de la herramienta INFOSOLAR que mide el índice de radiación solar en Riobamba.

ITERACIÓN 1: PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

ITERACIÓN 2: DISEÑO Y CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS

ITERACIÓN 3: CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA

ITERACIÓN 4: ENTREGA

En esta primera iteración se realiza un estudio sobre la necesidad del proyecto teniendo en cuenta todos sus aspectos:

Viabilidad
Alcance
Recursos

Fase del desarrollo PUD implicada	Inicio
Intensivo en los flujos de trabajo	Requisitos
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">✓ Estudiar la viabilidad del proyecto y sus aplicaciones.✓ Automatizar mayor número de tareas.
Productos	<ul style="list-style-type: none">✓ Ámbito y límites del proyecto.✓ Lista de requisitos.✓ Análisis de actores implicados.✓ Lista de funcionalidades a desarrollar.✓ Esquemas iniciales para el análisis de casos de uso.✓ Estimación de costes en recursos y tiempo.✓ Estimación de riesgos.

ITERACIÓN 2

En la segunda Iteración se lleva a cabo las tareas de diseño y creación de la base de datos. El Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) que se utiliza es MS SQL Server, Se diseñan diagramas Entidad-Relación para el modelado de la Base de Datos, que describirán todas las relaciones existentes entre las entidades.

Fase del desarrollo PUD implicada	Elaboración
Intensivo en los flujos de trabajo	Análisis, diseño e implementación
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">✓ Captar requisitos no recogidos con anterioridad.✓ Obtener una Base de Datos que dé soporte de persistencia al sistema creado.
Productos	<ul style="list-style-type: none">✓ Lista actualizada de requisitos.✓ Base de Datos operativa.

ITERACIÓN 3

En la tercera iteración se construye la herramienta Web INFOSOLAR. Uno de los requisitos fundamentales del sistema es el acceso web, para el desarrollo de la herramienta web con los objetivos. En esta iteración, se produce un alto grado de comunicación con los usuarios.

Fase del desarrollo PUD implicada	Construcción
Intensivo en los flujos de trabajo	Análisis, diseño, implementación y pruebas
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">✓ Dar respuesta a los requisitos obtenidos de los usuarios.✓ Obtener un sistema que permita difundir el índice de radiación solar
Productos	<ul style="list-style-type: none">✓ Herramienta web para administrar los valores obtenidos desde el SAD.✓ Resultados obtenidos a partir del uso de la herramienta.

ITERACIÓN 4

En esta última iteración se llevan a cabo todas las operaciones necesarias para la puesta en marcha de la herramienta: últimas pruebas, pequeñas mejoras detectadas, y la subida de la herramienta al servidor para que pueda accederse a ella a través de Internet.

Fase del desarrollo	Transición
PUD implicada	
Intensivo en los flujos de trabajo	Pruebas
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">✓ Versión final de la herramienta para su uso.✓ Revisión y recolección de artefactos.✓ Desarrollo de entregables finales.
Productos	<ul style="list-style-type: none">✓ Memoria del Proyecto.✓ Presentación del Proyecto.✓ Herramienta Web accesible desde Internet.

4.4. RESULTADOS – CONSTRUCCIÓN DE LA HERRAMIENTA WEB INFOSOLAR

4.4.1. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS

4.4.2 ÁMBITO Y LÍMITES DEL PROYECTO

4.4.3 ANÁLISIS DE LOS ACTORES IMPLICADOS

4.4.4 ANÁLISIS DE OBJETIVOS O REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL SOF...

4.5 COSTOS EN RECURSOS Y TIEMPOS

4.6 ESTIMAR RIESGOS E INCERTIDUMBRES

4.7 ANÁLISIS

4.7.1 ARQUITECTURA

4.7.2 REGISTRO

4.7.3 CAMBIAR CONTRASEÑA

4.7.4 IDENTIFICACIÓN

4.7.5 GESTIÓN DE ORGANIZACIÓN

4.7.6. GESTIÓN DE USUARIO

4.7.7 GESTIÓN DE MEDICIONES

4.7.8 CONSULTAR INFORME

4.7.9 CONSULTAR INFORMACIÓN

4.8 DISEÑO

4.8.1 CAPAS DE LA ARQUITECTURA

4.8.2 DIAGRAMA DE CLASES

4.8.3 DIAGRAMA DE PAQUETES

4.8.4 DIAGRAMA DE ESTADO

4.8.5 BASE DE DATOS EN VISUAL STUDIO

4.8.6.1 INTERFAZ GRÁFICA

4.8.6.2 INFORMES

4.8.6.3 DISPONIBLE EN INTERNET

4.8.6.4 TIEMPO DE DESARROLLO

4.9 IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE PARA PREDICCIÓN DEL INDICE DE RADIA...

4.9.1 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

4.9.2 SENSORES DE LA RADIACIÓN UV

4.9.3 EL UVI-01 DETECTOR DE RAYOS ULTRAVIOLETA

4.9.4 SIMULACIÓN EN PROTEUS DE LA PROPUESTA DEL CIRCUITO PARA M...

4.10 IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE ADQUIS...

4.10.1 APROXIMACIÓN DEL PCB EN ALTIUM DEL CIRCUITO PARA MEDICIÓN...

4.10.2 SOFTWARE DEL DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DE PREDICCIÓN DEL I...

4.10.3 SELECCIÓN DEL PUNTO DE REFERENCIA EN LA MEDICIÓN

4.10.4 PREDICCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EMPLEANDO MODELO KER...

4.10.4.1 CLASIFICACIÓN

4.10.4.2 PREPROCESAMIENTO DE DATOS

4.10.4.3 REGRESION EN FUNCIÓN DEL TIEMPO

4.11 MODELOS IMPLEMENTADOS CON MATLAB

4.11.1 MODELO GENERAL MODEL GAUSS1

4.11.2 MODELO GENERAL MODEL GAUSS2:

4.11.3 MODELO GENERAL MODEL FOURIER1:

4.11.4 MODELO GENERAL MODEL FOURIER2:

MODELO SOFTWARE PARA EL MONITOREO Y DIFUSIÓN DE LOS ÍNDICES DE RADIACIÓN SOLAR EN LA ESPOCH



LOCALIZACIÓN



Posición del sensor de radiación UV

CONTADOR DE VISITAS

contador de visitas

NÚMERO DE ÍNDICE UV EQUIVALENTE SEGÚN LA NWS - EPA	DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN (OMS)	RECOMENDACIONES DE LA OMS PARA PROTEGERSE DE LA RADIACIÓN UV	EXPOSICIÓN GRÁFICA
2	No hay peligro para la persona promedio.	BAJA	No necesita protección. Puede mantenerse en el exterior sin riesgo.	

FECHA/HORA DE MONITOREO: 2015-12-04 01:06:43

ÍNDICE UV	0 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 9	10 +
CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	BAJA	MODERADA	ALTA	MUY ALTA	EXTREMA

CONCLUSIONES

El desarrollo de la herramienta web servirá como medio de difusión del índice de radiación solar en Riobamba, y cuya utilización permitirá una correcta valoración en las personas con cáncer de piel.

El sistema para adquisición de datos es muy sensible a cielo claro

La técnica apropiada para predicción e variables meteorológicas son las Redes neuronales Backpropagation y los SVM en series de tiempo no lineales por la excelente precisión en los modelos.

El método propuesto fue usado para estimar varias SVM con el fin de pronosticar series futuras, estos resultados son comparados con las estadísticas reportadas de las mediciones de los 3 años anteriores al actual.

Los puntos de referencia para la medición, deben estar ubicados al menos en el norte y en el sur en un espacio abierto donde los edificios y la proyección de la sombra no afecte la medición.

En la predicción de variables meteorológicas las características de las redes neuronales artificiales son muy apropiadas debido a que se dispone de un conjunto básico datos de entrada para encontrar patrones de predicción.

La técnica apropiada para predicción e variables meteorológicas son las Redes neuronales Backpropagation y los SVM en series de tiempo no lineales y su excelente precisión en los modelos.

El método propuesto fue usado para estimar varias SVM con el fin de pronosticar series futuras, estos resultados son comparados con las estadísticas reportadas de las mediciones de los 3 años anteriores al actual.

Las técnicas de inteligencia artificial ANN Backpropagation y los SVM, son específicas para predicción de variables meteorológicas ya que comparten algunas ventajas como Aprendizaje, Auto organización, Tolerancia a fallos, y Flexibilidad permitiendo mayor exactitud en las predicciones de radiación solar, la exactitud y el menor valor de error son característicos en las aplicaciones de estas técnicas IA.

Los valores intermedios entre una medición y otra no posee mayor incidencia en el valor asignado por la escala OMS, más sin embargo los valores superiores e inferiores de la escala definen un cambio de valor de incidencia solar.

La incertidumbre de los parámetros atmosféricos en la predicción de series de tiempo es un importante problema de investigación debido a sus implicaciones en ingeniería, Siendo importante el desarrollo de nuevos modelos y su comparación con aproximaciones previas en términos de la precisión del pronóstico de la radiación solar.

El pronóstico promedio proporciona el error típico de las predicciones del valor deseado, El modelo permite generar predicciones para el valor esperado a 3 días sin tomar en cuenta las horas de 6:00 pm a 6:00 am del siguiente día debido a que los valores son constantes y el IUV es igual a 1 siempre.

Los modelos kernel en las máquinas de vectores de soporte (SVM) son usadas para la predicción de series de tiempo, pero las experiencias han sido alentadoras en términos de precisión de los modelos.

En la salud de los seres humanos, se debe considerar un indicador importante como es el mínimo error en el modelo de predicción, ya que cualquier información errónea podría causar daños en la piel de las personas que padecen problemas de cáncer de piel.

Los resultados obtenidos de la presente investigación pretenden servir de aporte local, y puede ser utilizada como línea base por el Ministerio de Salud en la prevención de cáncer de piel en la población de Riobamba, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, y posteriormente pudiera extrapolarse a otras regiones del País.

La modelación del índice de radiación es complicado, sin embargo el error de predicción es 0

Se desarrolló un modelo Software local que incluye la altura nivel del mar a cielo claro sin nubes.

El modelo puede ser usado en cualquier parte del Ecuador.

El modelo es adaptable a cualquier sensor dentro de la banda UVA y UVB

El sistema de adquisición de datos simplificó el diseño electrónico gracias a la ayuda de Arduino

El modelo Software provee información en tiempo real de la irradiación solar en la ciudad de Riobamba, a través del servidor de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

RECOMENDACIONES

1. Se puede crear una red de sensores inteligentes basados en el voltaje de un sensor, con el objetivo de enviar en forma inalámbrica la información desde diferentes puntos de la ciudad y del país.
2. El sistema puede conectarse a una red nacional con el fin de proveer información en tiempo real vía móvil.
3. Con la ayuda de Matlab se puede analizar y procesar cada una de las señales para mejorar el factor de corrección.
4. El monitoreo de la radiación solar en Riobamba debe ser constante debido a que el IUV va cada vez en aumento según la escala OMS el valor más alto en Riobamba es de 17. Es decir un riesgo notable en la salud.
5. Se debe investigar los factores como nubosidad, contaminación, que pueden incidir en la medición y en el modelo de la radiación IUV reflejada.
6. Se debe instalar el dispositivo de medición en parques, parques, estadios lugares de gran concurrencia y en donde las personas hagan deporte al aire libre
7. Es necesario crear un prototipo electrónico que simule la piel según el genotipo para determinar bajo experimentación el tiempo de exposición solar promedio.
8. Se debe crear una App del modelo de predicción.

BIBLIOGRAFÍA

[Al-Alawi, S. and H. Al-Hinai \(1998\). "An ANN-based approach for predicting global radiation in locations with no direct measurement instrumentation." Renewable Energy \(1\): 199-204.](#)

[Aldabas-Rubira, E. \(2002\). "Introducción al reconocimiento de patrones mediante redes neuronales." IX Jornades de Conferències d'Enginyeria Electrònica del Campus de Terrassa, Terrassa, España, del 9 al 16 de Diciembre del 2002.](#)

[Arora, J. S. and G. Baenziger \(1986\). "Uses of artificial intelligence in design optimization." Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 54\(3\): 303-323.](#)

[Bianco, M. S. "ALGORITMO DE APRENDIZAJE ACELERADO PARA BACKPROPAGATION."](#)

[Bocco, M., E. Willington, et al. \(2010\). "Comparación de Regresión y Modelos de Redes Neuronales para Estimar la Radiación Solar." Chilean journal of agricultural research \(3\): 428-435.](#)

[Borrajo, D. and D. B. Millán \(1997\). Inteligencia artificial: Métodos y técnicas, Centro de Estudios Ramón Areces.](#)

[Buenaño Carrillo, X. D. R. and A. V. Ramos Flores \(2011\). "Análisis y Medición de los Niveles de Radiación no Ionizante Producidos por los Sistemas Autorizados de SMA \(Servicio Móvil Avanzado\), en las Provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar."](#)

[Qu, M., F. Y. Shih, et al. \(2003\). "Automatic solar flare detection using MLP, RBF, and SVM." Solar Physics 217\(1\): 157-172.](#)

[Rich, E. and K. Knight \(1994\). Inteligència artificial.](#)

[Rodríguez García, R., J. H. Hechavarría Miyares, et al. \(2001\). "Cáncer de piel y ocupación." Revista Cubana de Medicina 40\(4\): 266-272.](#)

[Salas, R. \(2004\). "Redes Neuronales Artificiales." Universidad de Valparaíso. Departamento de Computación.](#)

[Samaniego, R. C. C. "Análisis de la implementación del algoritmo de Backpropagation aplicado al procesamiento de imágenes satelitales sobre un entorno distribuido."](#)

[Sayago, S., M. Bocco, et al. \(2011\). "Radiación solar horaria: modelos de estimación a partir de variables meteorológicas básicas." Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 15: 51-57.](#)

[Sommerville, I. \(2005\). Ingeniería del software, Pearson Educación.](#)

[Vargas, H. J. D. \(2004\). "PRUEBA CLÍNICA INTELIGENTE PDNR-CA1: HACIA LA PREVENCIÓN Y DETECCIÓN PRECOZ DEL CÁNCER DE MAMA, COMO SOPORTE CLÍNICO PARA LA TOMA DE DECISIONES." Umbral Científico\(4\): 65-71.](#)

[Vivancos, J. \(2008\). "Tratamiento de la información y competencia digital." Madrid: Alianza editorial.](#)

[Zariwala, H. A., B. G. Borghuis, et al. \(2012\). "A Cre-dependent GCaMP3 reporter mouse for neuronal imaging in vivo." The Journal of Neuroscience 32\(9\): 3131-3141.](#)

[\(Rodríguez García, Hechavarría Miyares et al. 2001; Galipienso, Quevedo et al. 2003; Buenaño Carrillo and Ramos Flores 2011; Qiao, Zhang et al. 2011; Sayago, Bocco et al. 2011; Zariwala, Borghuis et al. 2012; ENRIQUEZ GUAMÁN and ENRIQUEZ GUAMÁN 2013; González-Rodríguez 2014\)M.](#)

Agradecimiento de tesis a mi hija

Princesa mía, fueron casi dos años sin fines de semana juntas, en los que me perdí un espacio de tu adolescencia, y aún así seguimos siendo incondicionales amigas de vida.

Entendiste que prefería estar junto a un monitor y no junto a tí.

Este trabajo te lo dedico a ti amor mío chiquita Solange.

