

SISTEMA INFORMÁTICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA AGRESIVIDAD CLIMÁTICA EN UNA RED PLUVIOMÉTRICA

COMPUTER SYSTEM FOR THE DETERMINATION OF AGGRESSIVE CLIMATE IN A PLUVIOMETRIC NETWORK

Autores: Yarilis Fernández Blanco¹

Luis Dariel Valenciano Hernández¹

Alexander Aguilar Lobaina²

Institución: ¹Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

²Empresa Provincial de Abastecimiento y Servicios a la Educación (EPASE),
Ciego de Ávila, Cuba

Correo electrónico: yfblanco@unica.cu

luisv@unica.cu

informatico@epasecav.co.cu

RESUMEN

En la presente investigación se realiza una revisión de los antecedentes históricos, conceptuales y referenciales acerca del proceso de determinación de la agresividad climática en una red pluviométrica. Se diagnostica la situación actual de las herramientas y técnicas utilizadas en dicho proceso en el Centro de Estudios Hidrotécnicos de la Universidad de Ciego de Ávila, que confirma las limitaciones existentes, debido a que la mayoría de la información requerida se maneja a través de papel o en algunos casos mediante extensas hojas de cálculo. Por ello, en ocasiones, la información se encuentra incompleta y no es compartida con el resto del personal que la necesita. De manera que, es necesario desarrollar un sistema informático para la determinación de la agresividad climática en una red pluviométrica, el cual constituye una aplicación de escritorio implementada con el entorno de desarrollo de software *Delphi*, *SQLite* como sistema gestor de base de datos, y *eXtreme Programming* (XP) como metodología de desarrollo de software, todos en sus versiones más desarrolladas.

Palabras clave: Erosividad climática, Gestión de información hidrológica, Precipitaciones.

ABSTRACT

In this research, a review of the historical, conceptual and referential antecedents about the process of determining climatic aggressiveness in a rainfall network is carried out. The current situation of the tools and techniques used in said process is diagnosed in the Center for Hydrotechnical Studies of the University of Ciego de Ávila, which confirms the existing limitations, because most of the information required is handled through paper or in some cases through extensive spreadsheets. For this reason, sometimes, the information is incomplete and is not shared with the rest of the personnel who need it. Therefore, it is necessary to develop a computer system for the determination of climatic aggressiveness in a rainfall network, which constitutes a desktop application implemented with the Delphi software development environment, SQLite as the database management system, and eXtreme Programming (XP) as a software development methodology, all in their most developed versions.

Keywords: Climatic erosivity, Management of hydrological information, Rainfall.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha visto una variación de la distribución espacial y temporal de las precipitaciones, manifestándose temporadas de abundante lluvia e inundaciones en algunos territorios del país, así como extensos períodos de sequías (Quiñónez y Dal Pozzo, 2008). Todo esto contribuye al aumento y deterioro de las condiciones de la naturaleza y al evidente cambio climático. Uno de los factores en los que las precipitaciones juegan un papel fundamental es el referido a la degradación de las tierras. Este problema es causado por “una compleja combinación de diversos factores y generalmente es acelerado por las actividades humanas” (Marrero, 2018). En la actualidad, se han podido notar la gran degradación de estos a nivel mundial, siendo este elemento un recurso vital y en gran parte no renovable, que está sometido a una presión en aumento (Aguilar Alba, 2018).

La causa directa de la degradación de los suelos es la erosión hídrica o agresividad climática según Silva (2015), afirma que la erosión hídrica es “la separación, transporte y depósito de partículas del suelo por efecto del agua de lluvia y escorrentía.” La separación del suelo ocurre cuando las gotas de lluvia golpean a los agregados de suelo y los desagregan en partículas más pequeñas (arena, limo y

arcilla). Luego, al producirse escorrentía superficial, las partículas separadas son transportadas pendiente abajo y se pierden. (Fleites; Cruz Montalvo, 2016)

Cuba no está al margen de esta situación ya que constantemente es azotada por huracanes o se ve expuesta a grandes periodos de sequía. Actualmente, el país cuenta con un área agraria de 6,7 millones de hectáreas de esta el 76,89 % está afectada por algún tipo de factor que limita su productividad y están considerados como suelos poco productivos. El 43 % sufre erosión, el 14% compactibilidad, el 70 % falta de materia orgánica, el 14 % salinidad, baja retención de humedad el 37 %, baja fertilidad el 45 %, pedregosidad el 12 % y el 40 % tiene drenaje deficiente. (Foresightcuba, 2017)

Teniendo en cuenta, esta información en la Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez se han desarrollado varias investigaciones que permiten la evaluación de los impactos provocados por la agresividad climática sobre el clima, el suelo y la vegetación. El objetivo de estas investigaciones ha sido conocer cuál será el comportamiento futuro de este fenómeno en las áreas agrícolas asociadas a una red pluviométrica de la provincia ya que esta es uno de los polos agrícolas del país. En este sentido, se han empleado modelos predictivos, los cuales, utilizan la ecuación universal de pérdida de suelo considerando factores como: erosividad por precipitación pluvial, erosividad del suelo, longitud de la pendiente, grado de pendiente, cubierta vegetal y prácticas de manejo. (García, 2018) (Silva, 2015)

Sin embargo, la manera en la que se realiza el cálculo y análisis de los fenómenos asociados a la agresividad climática en el Centro de Estudios Hidrotécnicos de la Universidad es mediante el uso de herramientas informáticas como hojas Excel, en el cual la entrada de datos se realiza manualmente. Primeramente, es necesaria la recogida de información histórica y constante de los diferentes pluviómetros ubicados en la provincia Ciego de Ávila. Cada pluviómetro brinda constantemente el nivel de las precipitaciones caídas en un periodo de tiempo determinado. La entrada de datos a las hojas de cálculo Excel lleva consigo un manejo manual y constante de los abundantes datos que llegan al centro y provocan que la información se retrase. Además, de que muchas veces en el proceso de recogida de información estos se corrompen ya sea por la pérdida de valores o por la modificación de los mismos.

Una vez recogidos los datos estos son almacenados en la hoja de cálculo donde le es aplicado un conjunto de complejos modelos matemáticos tales como el Índice Modificado de Fournier(IMF)¹, un ajuste mediante la función de distribución de Gumbel para poder pronosticar el comportamiento futuro del factor agresividad climática; así como, los períodos de retornos asociados a este fenómeno.

La entrada de información a estas hojas de cálculo es un proceso engoroso dada la cantidad de factores que se manejan y la amplia gama de parámetros que requieren estos modelos matemáticos, sin embargo, este proceso está sujeto a la equivocación humana y varias veces demora días en concluirse. Además, los gráficos obtenidos mediante estas hojas son estáticos y aunque posibilitan relacionar datos históricos que apoyan la toma de decisiones, no capturan y procesan la información de manera automática.

Todo lo planteado evidencia que el proceso de recogida y gestión de información relacionada a la determinación de la agresividad climática, a partir de la información proveniente de una red de pluviómetros, es engorrosa y lenta, maneja gran cumulo de datos complejos en diversas hojas de cálculo y estos no son obtenidos en tiempo real, por lo tanto, se propone como objetivo: desarrollar un sistema informático para la determinación de la agresividad climática a partir de la información proveniente de una red pluviométrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del software se utilizan como herramientas informáticas principales: un entorno de desarrollo y un gestor de bases de datos. Como entorno de desarrollo se utiliza *Delphi* y como sistema de gestión de base de datos (SGBD) se emplea SQLite.

Delphi es la elección de los desarrolladores que desean utilizar la potencia, la legibilidad y la flexibilidad del lenguaje *Modern Object Pascal*, con compiladores nativos y bibliotecas de componentes para *Windows, macOS, OS, Android y Linux*. (Pérez, 2018)

Delphi se emplea en su versión 10.2.3 agregando compatibilidad con el desarrollo móvil. Con *Delphi* 10, los desarrolladores pueden entregar aplicaciones hasta cinco

¹Fórmula matemática que permite cuantificar la agresividad climática para luego clasificarla cualitativamente por especialistas Hidráulicos

veces más rápido para diferentes plataformas móviles, de escritorio, nubes y bases de datos, inclusive para Windows 10 de 32 bits y 64 bits (Danysoft, 2020).

Sistema de Gestión de Base de Datos se emplea SQLite manejándose así una base de datos relacional ACID (*Atomicity, Consistency, Isolation and Durability/Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad*), contenida en una relativamente pequeña biblioteca. A diferencia de los sistemas de gestión de bases de datos cliente-servidor, el motor de SQLite no es un proceso independiente con el que el programa principal se comunica. En su versión 3, SQLite permite bases de datos de hasta dos Terabytes de tamaño lo cual es importante para este proyecto pues se maneja gran cumulo de información. (Sqlite, 2020)

Como metodología de desarrollo de software se utiliza *eXtreme Programming (XP)* un “enfoque de la ingeniería de software, clasificado como el más destacado de los procesos ágiles” de desarrollo de software (Auer y Miller, 2018). Este permite la adaptabilidad al cambio, la interacción constante con el cliente y la ventaja de proveer en servicio en un corto periodo de tiempo. (Solís, 2017) (Wesley, 2015)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Sistema Informático para la determinación de la agresividad climática en una red pluviométrica es accesible a través de un ejecutable ya instalado en la computadora destinada, para ello el usuario pasa por un restringido proceso de autenticación basado en roles. Dentro de los principales roles se encuentran: Administrador y Especialista. La primera línea de seguridad del sistema es la computadora donde se instala, teniendo acceso solo a ella el administrador. El software desarrollado posee mecanismos de seguridad que lo protegen ante intentos de acceso no autorizado a los directorios donde se encuentra su base de datos y codifica las contraseñas antes de ser almacenadas. Además, permite gestionar toda la información de las precipitaciones generada por los pluviómetros. Dándole la posibilidad a los especialistas del Instituto de Recursos Hidráulicos de la Universidad de contar con dicha información en solo instantes. El sistema permite realizar en solo milisegundos el:

- Cálculo del Índice Modificado de Fournier (IMF).
- Ajuste del Índice Modificado de Fournier mediante la función de distribución de Gumbel.

- Cálculo de Bondad del ajuste mediante Kolmogorov-Smirnov.
- Cálculo de Bondad del ajuste mediante Coeficiente de determinación (R^2).
- Cálculo del Período de Retorno asociado a la Agresividad Climática.
- Cálculo Índice de concentración de las precipitaciones (ICP).

Además, toda esta información puede ser exportada en diversos formatos electrónicos como se muestra en la siguiente imagen.

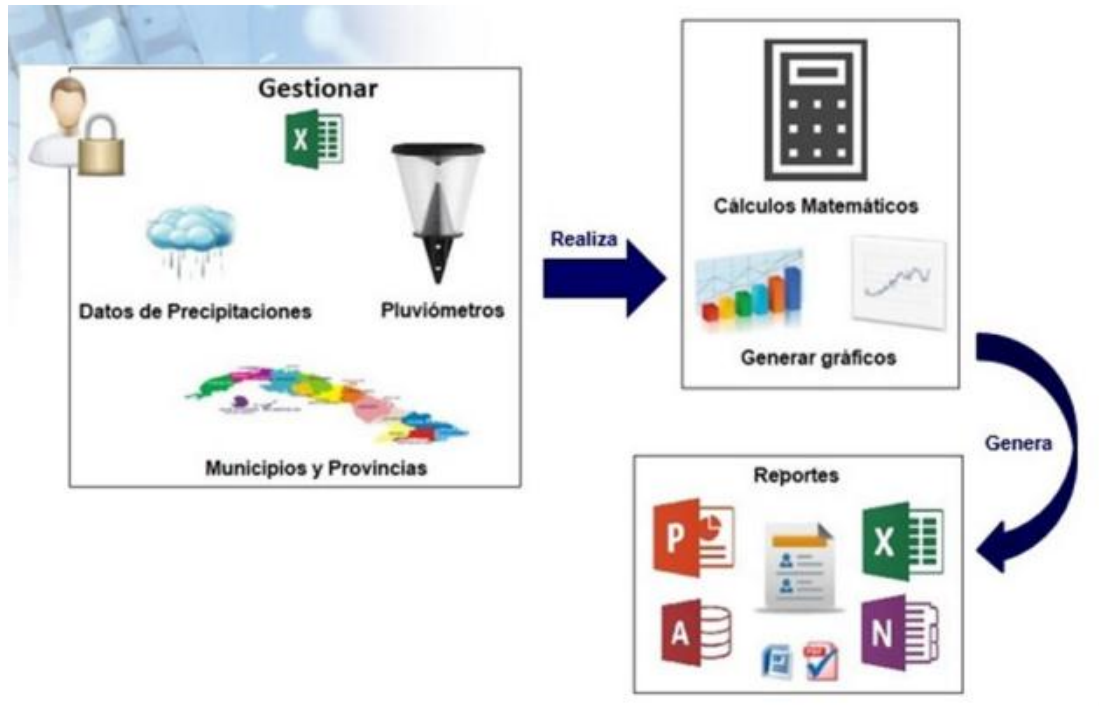


Figura 1. Características del sistema. Fuente: elaboración propia.

La imagen muestra la interfaz de usuario de la ventana de inicio de sesión 'SIGEH - Login'. El fondo es azul claro. Hay un campo de texto para 'Usuario:' y otro para 'Contraseña:'. A la derecha del campo de contraseña hay un botón 'Mostrar' con un icono de ojo. En la parte inferior hay dos botones: 'Entrar' y 'Cerrar'.

Figura 2. Ventana de inicio para Autenticación del usuario.

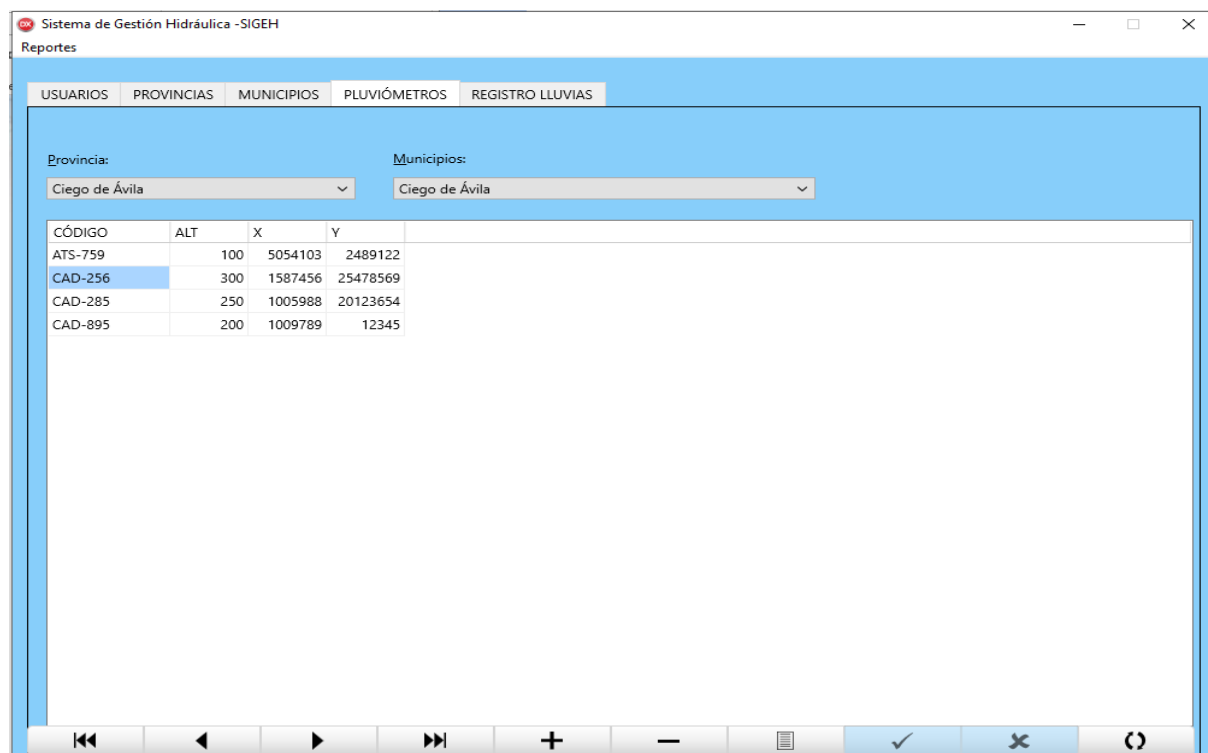


Figura 3. Ventana para la gestión de pluviómetros.

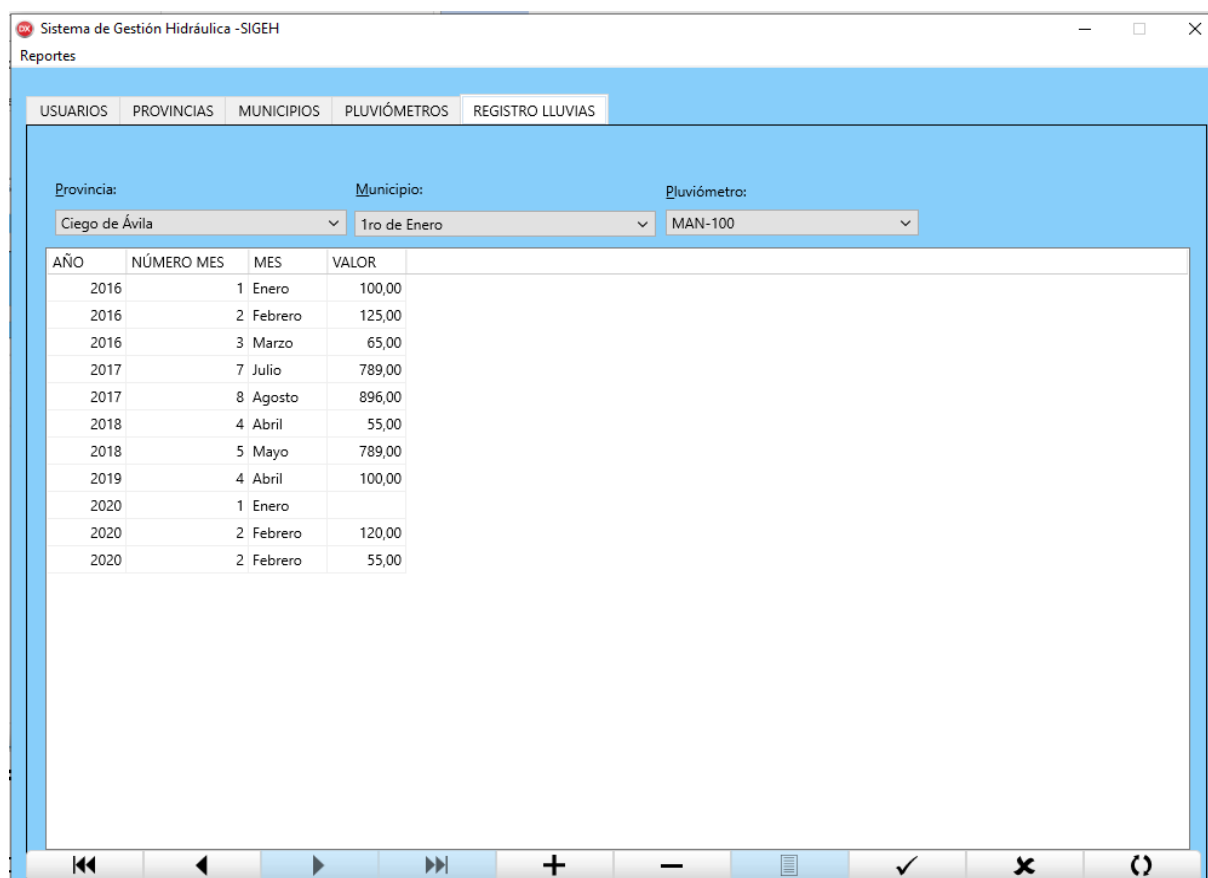


Figura 4. Ventana para la gestión del Registro de Lluvias asociado a un pluviómetro.

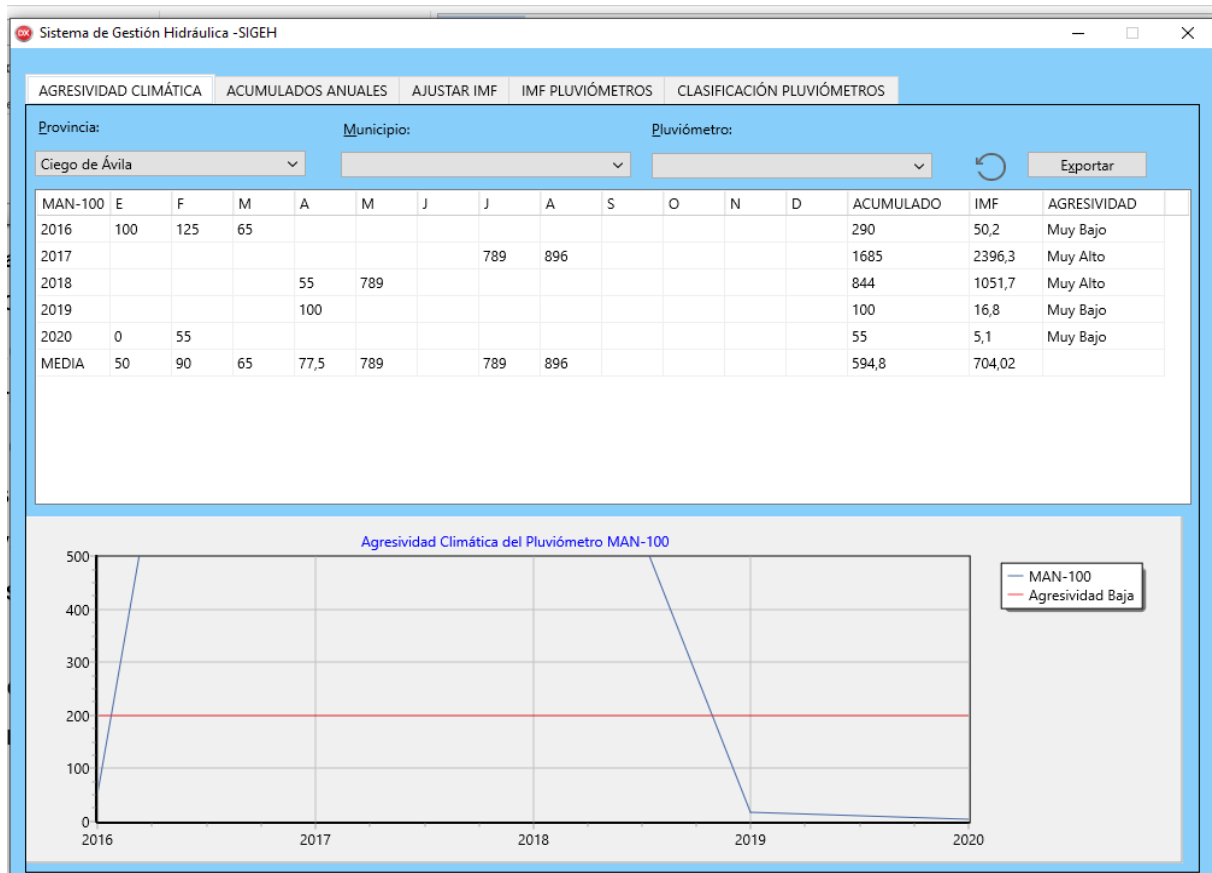


Figura 5. Ventana para el cálculo del IMF y agresividad climática.

Todas estas funciones contribuyen a evitar el deterioro y corrupción de los datos a través del tiempo y la manipulación humana. Además, lo que antes se demoraba días e incluso meses ahora puede ser realizado de manera automática y en un breve espacio de tiempo, apenas segundos. Esto les permitirá a los especialistas una mayor disponibilidad y control de la información y los provee de una herramienta informática personalizada a sus procesos. Con el software desarrollado las decisiones y análisis realizados estarán basados en los resultados automáticos y certeros brindados por este sistema.

CONCLUSIONES

El diagnóstico realizado en el proceso de gestión de información proveniente de una red pluviométrica en el Centro de Estudios Hidrotécnicos de la Universidad de Ciego de Ávila, demostró que en el mismo se manifiestan deficiencias. Por lo que se hizo necesario el desarrollo de un sistema informático para procesar y determinar la agresividad climática en una red pluviométrica.

Las herramientas informáticas y metodología de desarrollo de software utilizado en las distintas etapas del proceso de concepción lograron el resultado final, obteniéndose una aplicación con interfaz de escritorio basada en bases de datos relacionales y cumpliendo las exigencias del cliente.

La investigación proveyó al Centro de Estudios de la Universidad de Ciego de Ávila de un software capaz de ayudar con las actividades que allí realizan los especialistas, posibilitó contar con una nueva técnica para el control, clasificación y organización de los datos, aportando veracidad y confiabilidad a la información utilizada en la toma de decisiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR ALBA, Mónica. (2018) Regionalización pluviométrica de Andalucía: análisis de su red de observación para la gestión medioambiental. Biblioteca de la Universidad de Sevilla. Universidad de Sevilla. Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional.

AUER, K. y MILLER, R. (2018). Extreme Programming Applied. Addison-Wesley Professional.

FERNÁNDEZ VALDÉS, M. M. (2008). Análisis conceptual de las principales interacciones entre la gestión de información, la gestión documental y la gestión del conocimiento.

BARRIOS, N. (2019). La gestión de información y sus recursos (Parte II): Modelo para la gestión académica.

DANYSOFT. (2020). Delphi 10.1 Berlin. Disponible en: <https://www.danysoft.com/delphi-10-1-berlin/>. Consultado en: septiembre de 2019.

DANYSOFT. (2020). RAD Studio, C++Builder y Delphi 10 Seattle. Disponible en: <https://www.danysoft.com/delphi-10-seattle-novedades/>. Consultado en: mayo 2020.

FORESIGHTCUBA. (2017). Degradación de los suelos. Disponible en: <http://foresightcuba.com/degradacion-de-los-suelos/>. Consultado en abril, 2017. Cuba.

FLEITES, Gladys y CRUZ MONTALVO, Abel. (2016) Agresividad de las precipitaciones en la subcuenca del río San Marcos, Puebla, México. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. Vol. 2014, No. 83, p. 28-40.

- GARCÍA, J. (2018). Gestión de información: tendencias y repercusiones económicas. *Ciencias de la Información*, Vol. 23, No. 2, p. 83-95.
- MARRERO, B. C. (2018). La gestión de información como herramienta fundamental en el desarrollo de las organizaciones. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol11_2_03/aci030203.htm Consultado en: septiembre de 2019.
- SILVA, O. (2015). Conservación de Suelos y Agua. Manual de Prácticas, Conceptos y procedimientos para la evaluación y conservación de la cuenca del río Güey.
- SOLÍS, M. (2017). Una explicación de la programación extrema (XP). Madrid.
- SQLITE. (2020). SQL database engine. Disponible en: <https://www.sqlite.org/docs.html> Consultado: marzo 2020.
- PÉREZ, Kike. (2018). System Manager, HabitatSoft. Disponible en: <http://www.dois.mimas.ac.uk/DOIS/data/julmjoifp.html>. Consultado: marzo 2018.
- QUIÑONEZ, ESNEIRAÑ, y DAL POZZO (2017). Microcuenca del río la Pedregosa. *Revista Geográfica Venezolana*. Universidad de los Andes Mérida, Venezuela. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=347730388005>. Consultado: enero 2018
- WESLEY, A. (2015). Una explicación de la Programación Extrema. Aceptar el cambio. Pearson Education.