

**DOCUMENTO DE DISEÑO**

**Módulo de información para**

**el cultivo de cebolla de bulbo ocañera**

**en la provincia de Ocaña**

**Requerimiento # 786**

**TABLA DE CONTENIDO**

[INTRODUCCIÓN 2](#_Toc167723931)

[1. VISIÓN GENERAL 3](#_Toc167723932)

[2. COMPONENTES DEL SISTEMA 3](#_Toc167723933)

[3. DIAGRAMA GENERAL ARQUITECTURA 5](#_Toc167723934)

[4. DIAGRAMA DE BASE DE DATOS 9](#_Toc167723935)

[5. COMPONENTES DE INTEGRACIÓN (SI APLICA) 12](#_Toc167723936)

[6. DISEÑO DE SERVICIOS WEB (APIs) 12](#_Toc167723937)

[7. DISEÑO DE PANTALLAS 13](#_Toc167723938)

[8. BIBLIOGRAFÍA y/o REFERENCIAS 19](#_Toc167723939)

[9. CONTROL DE CAMBIOS 19](#_Toc167723940)

# INTRODUCCIÓN

Identificando los beneficios de ampliar las capacidades del SE-MAPA, AGROSAVIA apoyado en el proyecto “Construcción de un modelo para la producción sostenible de cebolla de bulbo en la provincia de Ocaña en Norte de Santander con énfasis en la segmentación de mercado para genotipos priorizados de cebolla ocañera”, incorporó un módulo adicional denominado E u “OCAÑERA”, el cual incluye una serie de productos asociados al sistema productivo de Cebolla de bulbo ocañera y tiene como extensión geográfica la provincia de Ocaña.

# VISIÓN GENERAL

OCAÑERA, es un módulo adicional dentro del Sistema Experto generado en el proyecto Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (SE-MAPA) (https://semapa.agrosavia.co/), una herramienta tecnológica realizada por AGROSAVIA en 2016, concebida como una plataforma de aprendizaje con enfoque de agricultura climáticamente inteligente, compuesta por tres módulos: el módulo A o “SE-MAPA Estudiemos el territorio”, con los resultados más relevantes del proyecto MAPA y el objetivo de fortalecer la capacidad técnica de los asistentes técnicos; el módulo B o “Cálculo de Agua - Rendimiento”, permite de manera pedagógica la estimación de las tendencias de agua - rendimiento en cultivos como tomate, plátano, maíz y frijol, utilizando datos climáticos y de suelos propios o los contenidos de manera demostrativa de algunas estaciones meteorológicas a lo largo del territorio en años de clima contrastante (periodos El Niño, La Niña y de neutralidad); el módulo C o “Glosario Especializado”, que contiene un catálogo de expresiones ampliamente utilizado en el esquema del proyecto MAPA (Rodriguez et al., 2020); y el módulo D o “SIAP (El Sistema de Información Agroclimática del cultivo de la Papa)” que se concibe como una herramienta para la toma de decisiones por parte de los diferentes agentes de la cadena productiva. El SIAP permite la interpretación de la información climática y meteorológica para algunas zonas productoras en Cundinamarca y el monitoreo y generación de alertas de estrés hídrico por déficit en el cultivo. El desarrollo está bajo un enfoque de co-diseño, que identificó las principales necesidades de información para productores agrícolas relacionadas con el manejo del riesgo agroclimático del cultivo.

# COMPONENTES DEL SISTEMA

En este caso el módulo OCAÑERA se integra al SE-MAPA con las siguientes funciones que le permiten realimentar al usuario frente a las variables que se pueden medir del cultivo, como se muestra en la Figura 1. Además, El módulo de cebolla de bulbo ocañera (OCAÑERA) es una herramienta para la toma de decisiones, accesible para diferentes niveles de usuario como productores, extensionistas, investigadores, académicos entre otros.

Ilustración 1: Componentes del sistema

Además, OCAÑERA permite: en primer término, la consulta de información meteorológica en tiempo cuasi – real en un área representativa del núcleo productivo de cebolla OCAÑERA; a partir de un modelo de balance hídrico agrícola, proporciona alertas sobre proporciona alertar sobre la disponibilidad de agua en el suelo para el cultivo de en el suelo para el cultivo de cebolla OCAÑERA, generando alertas de estrés hídrico por déficit; finalmente, OCAÑERA proporciona información sobre indicadores de calidad de suelo, agua y oferta ambiental, a través de la determinación de la distribución espacial de la tasa de erosión media en el suelo, la huella hídrica (azul y verde) y el tiempo térmico en la zona de estudio.

# DIAGRAMA GENERAL ARQUITECTURA

La versión actualizada del SE-MAPA incorporará visualizaciones para operar los modelos e información del módulo y de forma paralela incorpora un API para actualizar los valores de 5 tablas contenidas en la base de datos con la información que proviene de 1 estación meteorológica (Ilustración 3).

BASE DE DATOS

WEB APP SE-MAPA

API FIELD CLIMATE Y/O ZENTRACLOUD

ESTACIONES METEOROLÓGICAS

DOCKER ENGINE

**USUARIOS**

MODELOS Y PARÁMETROS

Ilustración 2: Esquema del SE-MAPA con OCAÑERA

En lo que respecta al monitoreo de las variables agroclimáticas con las estaciones meteorológicas, estas fueron instaladas y puestas a punto. Luego, el procedimiento consistió en almacenar la información agroclimática en 2 tablas diferentes de la base de datos (ZentraVar y ZentraET0), para lo cual se adaptó el API de Zentracloud de ATMOS; para descargar y analizar la información de las plataformas disponibles en línea con el objeto de monitorear las variables capturadas por las estaciones.

Un registro continuo de variables agrometeorológicas implica un reto, que consiste en el monitoreo continuo del funcionamiento de los sensores, la transmisión ininterrumpida a través del protocolo GSM, los más comunes a nivel de Sistemas o Redes de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA), el mantenimiento de los lugares de emplazamiento. Por lo tanto, en este caso se almacena la información en servidores en la nube, este último a través de pago del servicio.

La estación ATMOS 41 cuenta con los mismos sensores, pero calcula el ET0 utilizando un método aproximado basado en Penman Monteith por lo que los valores de los sensores se almacenan en una tabla y los del ET0 en otra.

Mapa

Descripción generada automáticamente

Ilustración 3: Ubicación de la estación meteorológica encargada de OCAÑERA

*Interfaz de usuario gráfica, Aplicación, Tabla, Excel

Descripción generada automáticamente*

Ilustración 4: Registros de información climática visualizados en Zentracloud

Tabla 1 Aspectos generales de localización de las estaciones meteorológicas

| Código Estación | Nombre Predio | Municipio | Latitud | Longitud | Elevación  msnm | Fecha  Instalación |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| OCAÑERA | Ocaña | Ocaña | 8°13'58.8" N | 73° 20' 60" W | 1581 | 2022/12/01 |

La estación ATMOS hace uso de la plataforma ZentraCloud con un intervalo de almacenamiento de 30 minutos, para almacenar y permitir la descarga de la información (Figura 4 y 5).

Interfaz de usuario gráfica, Gráfico

Descripción generada automáticamente

Ilustración 5: Segmento de grafica de la estación ATMOS 41

La información con que se actualizan las diferentes tablas en la base de datos proviene de fuentes externas como archivos de texto plano, hojas de cálculo, imágenes, coordenadas espaciales o de estaciones meteorologías ubicadas en cultivos de papa. En este caso, la carga de la información de las estaciones meteorológicas se realiza a través de un API una aplicación desarrollada en lenguaje PYTHON que se despliega en una imagen Docker como se muestra en la Figura 6.

ESTACIONES METEOROLOGICAS UBICADAS EN CAMPO

API DE CONSULTA (zentracloud®)

APLICACIÓN EN PYTHON (Máquina)

OTRAS FUENTES

CODIFICACION Y ACONDICIONAMIENTO

DOCKER

SERVIDOR DE CONTENEDORES

GESTIÓN DE LA BASE DE DATOS

TERMINAL DE VERIFICACIÓN

Verificar estado

Ilustración 6: Relación entre interfaz de máquina y usuario

La aplicación desarrollada en PYTHON se encarga de realizar la gestión de la base de datos a partir de los requerimientos hechos por el usuario. Sin embargo, hay una rutina de operación automática que se encarga de actualizar las tablas correspondientes al almacenamiento de las variables monitoreadas en sitio, la cual se describe a continuación.

* *Rutina de actualización de las tablas de las estaciones ubicadas en sitio:* Es un hilo programado con la finalidad de consultar el API proporcionado por el fabricante de las estaciones agroclimáticas, este API proporciona un archivo JSON con los valores medidos por la estación en un intervalo de fechas establecido de forma automática. En primer lugar, este intervalo se define desde la fecha de instalación hasta la fecha actual y se actualiza la tabla vacía con los registros recolectados. Luego, al realizar una nueva actualización de la tabla se consulta la última fecha registrada y se establece un nuevo intervalo desde ella hasta la fecha actual para construir un nuevo reporte y almacenarlo en la tabla correspondiente a cada estación. Esta rutina de forma periódica realiza una verificación de las estaciones con el fin de actualizar los valores registrados en la base de datos.

En ambos casos, la información registrada o almacenada se convierte en un arreglo (DataFrame[[1]](#footnote-2)) que tiene la misma cantidad de campos que las tablas almacenadas en la base de datos, cuyas dimensiones y cantidad de registros se ajustan al servidor usando lenguaje SQL. Las sentencias de SQL se codifican usando una interfaz de MySQL que se encarga de subir la información al separar los registros de los DataFrame, construir las sentencias de SQL y ejecutarlas de forma continua hasta actualizar todos los registros disponibles.

Tabla

Descripción generada automáticamente

Ilustración 7: Ejemplo de DataFrame

# DIAGRAMA DE BASE DE DATOS

Este diseño lógico (Figura 8 y 9) corresponde a una visión futura de todas las entidades que incorporara el sistema experto MAPA, en este desarrollo se parte de las entidades ZentraVar y ZentraET0 que son las que almacenan la información de las estaciones meteorológicas que se muestran en la Figura 3 y se describen a continuación.

|  |  |
| --- | --- |
| Interfaz de usuario gráfica, Aplicación  Descripción generada automáticamente | Texto  Descripción generada automáticamente |
| 1. Entidades migradas a la base de datos del SEMAPA | 1. Contenido de la entidad Estación\_1 |

*Ilustración 8: Modelo físico de la base de datos (Segmento)*

Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 9: Segmento del modelo lógico de la base de datos*

No obstante, una descripción de las entidades creadas en la base de datos que modifican al diseño actual de SE-MAPA se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Descripción de las entidades contenidas en la DB.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Entidad** | **Descripción** | **Atributos** |
| SITB\_Unidades | Es un objeto alfanumérico, paramétrico, que identifica la cantidad estandarizada de una determinada magnitud física. | Uni\_Id  Uni\_Nombre  Uni\_Simbolo  Uni\_Estado  Uni\_UsuarioReg  Uni\_FechaReg  Uni\_UsuarioMod  Uni\_FechaMod |
| ZentraVar | Es una tabla compuesta por 20 campos que almacenan la información de la estación meteorológica ATMOS 41. | AirTemperature  AtmosphericPressure  BatteryPercent  BatteryVoltage  GustSpeed  LightningActivity  LightningDistance  LoggerTemperature  MaxPrecipRate  Precipitation  RHSensorTemp  ReferencePressure  SolarRadiation  VPD  VaporPressure  WindDirection  WindSpeed  XaxisLevel  YaxisLevel  SensorOutput |
| ZentraET0 | Es una tabla compuesta por 2 campos que almacenan la información de la ET0 calculada por la estación ATMOS 41. | Datetime  ETo |

Como se mencionó, OCAÑERA será una aplicación en desarrollo basada en controladores como se describe en la Tabla 4.

Tabla 4. Descripción de las entidades de OCAÑERA.

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre** | **Descripción** |
| Index | Es la página de inicio del módulo OCAÑERA. |
| CebollaMapas | En la ventana de Indicadores de calidad de suelo, agua y oferta ambiental se podrá explorar a través de mapas los múltiples indicadores seleccionados para esta sección. Para el caso del suelo se incluyen indicadores asociados a la erosión, para agua los derivados de la huella hídrica y para la oferta ambiental los relacionados con la determinación del tiempo térmico.  Es el módulo que muestra la ubicación de la estación meteorológica y el promedio diario de las variables de interés medido por la estación ATMOS 41. |
| AdvertenciaCebolla | Muestra la información relacionada al desarrollo de la aplicación. |
| ModeloHidrico | En la ventana de Seguimiento meteorológico usted puede hacer el seguimiento de las condiciones meteorológicas en el área de influencia del corregimiento de La Ermita, municipio de Ocaña (Norte de Santander), donde se encuentra emplazada una Estación Meteorológica Automática (EMA) 01.SGR-OCAÑA. Usted puede consultar información meteorológica de las siguientes variables: viento, distancia de los rayos, evapotranspiración, precipitación, presión de vapor, radiación solar y temperatura. Asimismo, la información se encuentra dispuesta para ser consultada para las últimas 24 horas (registro cada media hora), a nivel diario y semanal desde febrero 01 de 2023. |
| SeguimientoCultivo | El módulo de Seguimiento a las condiciones de cultivo de cebolla ocañera, se basa en un modelo de balance hídrico agrícola desarrollado por FAO en los documentos: “FAO N° 33-Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos” y “FAO N° 56-Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos”. Este módulo trabaja a partir de las series climáticas de la Estación Meteorológica Automática (EMA) 01.SGR-OCAÑA. |

# COMPONENTES DE INTEGRACIÓN (SI APLICA)

Existe un nivel de integración de lenguajes a que el API gestiona las imágenes usando PYTHON.

Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 10: Niveles de integración*

# DISEÑO DE SERVICIOS WEB (APIs)

Se requiere el diseño de dos formularios para recolectar la información que se muestra en la Figura 11. En el primero se seleccionan los rangos de fechas para generar diferentes tipos de gráficos y en el segundo se indican los parámetros de entrada del modelo de balance hídrico. Esta respuesta se almacena como una variable interna de la aplicación que le permite consultar la base de datos para presentarla al usuario.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 1. Generación de gráficos | 1. Elementos del formulario |

*Ilustración 11: Forma de los formularios de entrada*

# DISEÑO DE PANTALLAS

* Pantalla inicial:

En la pantalla inicial se presenta información relacionada con el proyecto y un menú de selección como se muestra en la Figura 12.

Interfaz de usuario gráfica, Aplicación

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 12: Formulario de entrada*

* Seguimiento meteorológico:

Este seguimiento se realiza teniendo en cuenta el rango de fechas seleccionado para graficar los valores de las variables en un gráfico que puede ser seleccionado o cambiado por el usuario como se muestra en la Figura 12. Además, muestra la ubicación geográfica de la estación.

Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 13: Formulario de seguimiento meteorológico parte 1*

Interfaz de usuario gráfica, Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

Mapa

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 14: Formulario de seguimiento meteorológico parte 2*

* Indicadores de calidad de suelo, agua y oferta ambiental:

Como se muestra en la Figura 13, un menú con CHECKBOX permite la interacción con las capas de los mapas los cuales irán apareciendo a medida que se pulse sobre cada uno de ellos.

Mapa

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 15: Formulario 2*

Las leyendas y/o significado de cada una de las capas de los mapas se describe a continuación.

* Seleccione una o varias capas.
* Factor C: La cobertura de la tierra (factor C, adimensional), refleja el efecto amortiguador de las coberturas terrestres que incorporan biomasa. Tiene un rango entre 1 y 0, donde 1 indica ninguna cobertura que actúa como barrera y 0 una cobertura que brinda una buena protección al suelo. El cálculo del factor C se realizó a través del análisis de Índices de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI por su sigla en inglés).
* Factor E: La tasa de pérdida de suelos (factor E) es el resultado de la expresión matemática del modelo RUSLE E=RxKxLxSxCxP, expresado en t/(ha año). Para este caso no se incluyó el factor P (prácticas y manejo de la tierra), en virtud de la poca información que existe para su cálculo. Aunque RUSLE es un modelo empírico y está en función de la calidad y precisión de sus factores, es ampliamente implementado debido a su claridad y sencillez, razón por la cual suele emplearse como un indicador de calidad de los suelos ante problemas de degradación. RUSLE tiene limitaciones, varias de ellas producidas por las aproximaciones de obtención de sus parámetros.
* Factor K: La erodabilidad del suelo (factor K) indica la susceptibilidad del suelo a ser erosionado, relacionando la resistencia del suelo al desprendimiento y al transporte de sus partículas y sus propiedades físicas y químicas. El factor K es expresado en t ha h/(ha MJ mm) y para su cálculo se utilizó un modelo no lineal descrito por Torri et al. (1997).
* Factor LS: El factor LS es una combinación del factor L (longitud pendiente, en m) y S (inclinación de la pendiente, en %), dos parámetros de carácter topográfico en los que se relaciona la pérdida de suelo en función de la distancia que recorren los sedimentos por escorrentía y el grado de inclinación de la pendiente. La combinación de los factores es adimensional y se calculó a partir de un Modelo Digital de Elevación (MDE) de 12.5 m de resolución espacial.
* La erosividad de la lluvia (factor R) corresponde a la propensión del suelo a ser arrastrado debido a las características físicas de la lluvia, en especial el tamaño de las gotas, la propagación, la energía cinética y la velocidad. La erosividad es expresada en MJ mm/(ha h año) y para su cálculo se utilizó una adaptación del Índice Modificado de Fourier (IMF).
* Factor R: La temperatura influye directamente dentro del crecimiento y desarrollo de los cultivos, por ello su óptimo crecimiento y/o desarrollo, es necesario que no se presenten valores extremos, mientras los valores medios sean tales que la acumulación de temperatura sea satisfecha en el tiempo requerido. En tal sentido, las capas geográficas de tiempo térmico corresponden al cálculo de los Grados Días Acumulados (GDA) teniendo en cuenta ocho fechas de siembra usuales (cuatro en el primer semestre y cuatro en el segundo semestre), de manera que las zonas más acordes, las indicadas en azul, acumulan entre 700 – 900 GDA durante el ciclo de 90 días.
* Abril 1
* Abril 15
* Mayo 1
* Mayo 15
* Octubre 1
* Octubre 15
* Noviembre 1
* Noviembre 15
* Huella hídrica: La escasez del recurso hídrico, así como el deterioro progresivo de su calidad es una de las mayores fuentes de preocupación a nivel mundial. Hacer una gestión eficiente del recurso hídrico puede ayudar a paliar dicha situación, garantizando la seguridad alimentaria de la población. Los puntos indican el cálculo de huella hídrica para las áreas de influencia de quince (15) estaciones meteorológicas repartidas a lo largo del área de estudio, por lo que al seleccionar cada uno de los puntos despliegan los valores correspondientes. Se calculó específicamente los valores de Evapotranspiración Azul, que indica el agua utilizada proveniente de la lluvia y es captado diferentes acuíferos para ser aprovechada en actividades como el riego en agricultura, y los valores de Evapotranspiración Verde que indica la apropiación humana del agua verde por actividad agrícola aprovechando el agua lluvia almacenada en la humedad del suelo.
* Condiciones de cultivo:

El sistema debe tener tres secciones; la primera es un formulario para la captura de información, luego un panel de gráficos que le permite al usuario visualizar el comportamiento de la variable y un panel para mostrar los resultados de forma tabular.

Interfaz de usuario gráfica, Aplicación

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 16: Formulario 3 parte 1*

Gráfico

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 17: Formulario 3 parte 2*

Tabla

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 18: Formulario 3 parte 3*

* Manual de usuario:

Un manual que permite mostrar las indicaciones básicas de operación del sistema.

Interfaz de usuario gráfica, Texto, Aplicación

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 19: Manual 4*

* Descripción del desarrollo:

Una opción que permite mostrar una descripción de los autores relacionados en el desarrollo.

Texto

Descripción generada automáticamente

*Ilustración 20: Descripción*

# BIBLIOGRAFÍA y/o REFERENCIAS

* SE-MAPA, AGROSAVIA 2023. Disponible en: <https://semapa.agrosavia.co/> .
* Be a Python Dev. (2023). Build a Simple Weather App in Python Using OpenWeatherMap API.
* DEV Community. (2023). Creating a Simple Weather App with Python and Flask.
* Weatherstack Blog. (2023). How to Visualize Global Weather Data in Python.

# CONTROL DE CAMBIOS

| **VERSIÓN** | **DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO** | **REALIZADO POR** |
| --- | --- | --- |
| 1.0 | 24-05-2024: Primera versión del documento de diseño | Henry Alberto Hernández  Investigador Máster |

1. Estructura que almacena varios tipos de dato en forma de lista. [↑](#footnote-ref-2)