

# Trabajo Práctico Integrador

## Integrantes

- Cima, Nancy Lucía
- Ledesma, Maximiliano Javier
- Martearena, Matías

Agosto 2024

# Monitoreo y Predicción de Cultivos

## Introducción Teórica:

El monitoreo y predicción de cultivos es un campo crucial en la agricultura moderna que combina tecnología avanzada, análisis de datos y conocimientos agronómicos para optimizar la producción agrícola.

Este enfoque integrado busca mejorar la toma de decisiones en la gestión de cultivos, aumentar los rendimientos y promover prácticas agrícolas sostenibles.

El programa para abordar esta problemática se basa en varios pilares fundamentales:

La **implementación de sensores IoT** permite la recolección continua y en tiempo real de datos críticos del campo, como humedad, temperatura y pH del suelo, y establecer un sistema de validación de datos entrantes.

Estos datos proporcionan una visión detallada de las condiciones de cultivo.

Así, podemos dividir los datos en:

### ✓ Panorama Agroclimático

- Precipitaciones
- Temperaturas
- Humedad del suelo
- pH del suelo
- Estado de las reservas hídricas

### ✓ Evolución de los cultivos

- Superficie sembrada
- Superficie cosechada
- Producción en toneladas
- Rendimiento en kg/ha

Además, **selección e integración de una API meteorológica confiable** para programar consultas periódicas y, luego, almacenar los datos obtenidos junto con los datos de sensores.

La **incorporación de datos meteorológicos precisos** y actualizados complementa la información recogida por los sensores in situ, ofreciendo una perspectiva más completa del entorno agrícola.

Más aún, realizar **análisis estadístico** por cultivo con los siguientes datos: superficie sembrada, superficie cosechada, producción y rendimiento.

El **procesamiento de datos históricos y en tiempo real permite identificar patrones**, tendencias y desviaciones significativas en las condiciones de cultivo, facilitando la detección temprana de problemas potenciales.

También, implementar algoritmos de análisis estadístico de los datos de precipitaciones, temperaturas, humedad del suelo, y detecciones de anomalías, donde deberá definirse umbrales y condiciones para diferentes tipos de alertas (límites inferiores y superiores, cambios temporales bruscos).

La implementación de un **sistema de notificaciones basado** en umbrales predefinidos asegura una respuesta rápida a condiciones adversas o cambios significativos en el entorno del cultivo.

Mediante el análisis de estos datos se realizará un **modelo predictivo simple** para el rendimiento de los cultivos y la información meteorológica clave, implementando un algoritmo de regresión lineal múltiple, el cual se podría entrenar y validar el modelo con datos históricos para mejorar la calidad de las predicciones.

Sumando a lo anterior, es necesario el diseño de una **base de datos eficiente**. Proponemos diseñar un esquema de base de datos NoSQL para almacenamiento de datos optimizado consultas frecuentes y, de ser posible, implementar un sistema de respaldo y recuperación.

Por otra parte, es crucial la **generación de informes, gráficos y dashboards interactivos** que faciliten la comprensión de la información recopilada.

Este enfoque integral permite a los agricultores y gestores agrícolas tomar **decisiones informadas basadas en datos precisos y actualizados**, mejorando la eficiencia en el uso de recursos, reduciendo riesgos y potencialmente aumentando la productividad y sostenibilidad de las operaciones agrícolas.

A parte de todo lo dicho, creemos que la **agricultura regenerativa** podría integrarse de manera muy beneficiosa en este proyecto de Monitoreo y Predicción de Cultivos.

La agricultura regenerativa es un enfoque holístico de la producción agrícola que busca mejorar y restaurar los ecosistemas en lugar de simplemente mantenerlos o explotarlos.

Este método va más allá de la agricultura sostenible, ya que intenta evitar el daño al medio ambiente y mejorar activamente la salud del suelo, la biodiversidad y los ciclos del agua y del carbono.

Todo esto se alinea con la agenda global de las metas 2030 de Naciones Unidas.

Los beneficios de la agricultura regenerativa incluyen:

- Mejora de la salud y fertilidad del suelo
- Aumento de la biodiversidad
- Mayor retención de agua en el suelo
- Reducción de la erosión
- Aumento de la resiliencia ante eventos climáticos extremos
- Mejora de la calidad nutricional de los alimentos producidos
- Contribución a la mitigación del cambio climático mediante el secuestro de carbono



La agricultura regenerativa representa un cambio de paradigma en la producción agrícola, pasando de un enfoque extractivo a uno que busca trabajar en armonía con los sistemas naturales y mejorarlos activamente.

Este enfoque tiene el potencial de transformar la agricultura de una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero a un sumidero neto de carbono, al tiempo que mejora la seguridad alimentaria y la resiliencia de los ecosistemas agrícolas.

Esto podría implementarse agregando las siguientes features a nuestro programa:

1. Monitoreo de salud del suelo:

- Ampliar los sensores IoT para medir la materia orgánica del suelo, la actividad microbiana y la biodiversidad.

2. Rotación de cultivos y diversidad:

- Monitorear y analizar el impacto de los cultivos de cobertura en la salud del suelo y el rendimiento.

3. Manejo integrado de plagas:

- Incorporar datos sobre la presencia de insectos beneficiosos y polinizadores.
- Desarrollar alertas para el manejo ecológico de plagas basado en umbrales naturales.

4. Gestión del agua:

- Analizar y predecir la capacidad de retención de agua del suelo.
- Optimizar el uso del agua basándose en prácticas regenerativas como el acolchado (mulching).

5. Minimización de la labranza:

- Monitorear el impacto de diferentes prácticas de labranza en la estructura del suelo y la retención de humedad.

6. Integración de ganado:

- Si es aplicable, incluir datos sobre el pastoreo rotacional y su impacto en la salud del suelo.

#### 7. Indicadores de regeneración:

- Desarrollar un dashboard específico para mostrar indicadores clave de regeneración del suelo y del ecosistema.

Integrar estos aspectos de la agricultura regenerativa en el proyecto no solo mejoraría la sostenibilidad de las prácticas agrícolas, sino que también podría proporcionar datos valiosos sobre la mejora de la resiliencia de los cultivos, la salud del suelo a largo plazo y la capacidad de adaptación al cambio climático.

Además, podría ofrecer información sobre los beneficios económicos de las prácticas regenerativas, como la reducción en el uso de insumos y el aumento de la productividad a largo plazo.

#### Planteo del Proyecto:



En esta oportunidad, desarrollaremos un sistema de Monitoreo de Humedad del Suelo para AgroSpot.

AgroSpot se dedica a la supervisión de 10,000 hectáreas de cultivos utilizando una combinación de drones y sensores avanzados.

El objetivo es proporcionar a los agricultores una herramienta efectiva para interpretar los datos recogidos y mejorar la gestión del riego en sus campos.

Para lograr esto, AgroSpot requiere el desarrollo de una interfaz de usuario intuitiva que facilite la interpretación y el análisis de la humedad del suelo.

Para optimizar la gestión del riego, AgroSpot necesita implementar un software especializado que permita a los agricultores monitorear y registrar la humedad del suelo en distintas áreas de sus campos.

Este sistema no solo debe proporcionar datos precisos sobre la humedad, sino que también debe ofrecer herramientas para analizar esta información y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real.

### **Características del Proyecto:**

#### **1. Ingreso de Datos de Humedad del Suelo:**

- Los agricultores podrán introducir datos de humedad para diferentes sectores de sus campos, asegurando que la información recogida sea específica y relevante para cada área.

#### **2. Cálculo del Promedio de Humedad:**

- El sistema calculará el promedio de humedad del suelo para cada sector, proporcionando una visión general del estado del campo y ayudando a identificar áreas que puedan requerir atención especial.

#### **3. Clasificación del Nivel de Humedad:**

- Los datos de humedad se clasificarán en niveles (bajo, óptimo, alto), lo que facilitará la interpretación rápida de las condiciones del suelo y ayudará a tomar decisiones sobre el riego de manera más eficiente.

#### **4. Almacenamiento de Datos en Archivo CSV:**

- El sistema permitirá almacenar los datos de humedad en archivos CSV, facilitando la exportación y el análisis adicional de los datos utilizando herramientas externas.

#### **5. Visualización Básica de los Datos:**

- Se proporcionará una visualización básica de los datos que incluirá gráficos y tablas simples, ayudando a los agricultores a comprender la información de manera clara y efectiva.

El desarrollo de este sistema de monitoreo de humedad del suelo permitirá a AgroSpot proporcionar a los agricultores una herramienta esencial para la gestión eficiente del riego. Además, el software contribuirá significativamente a la optimización de los recursos hídricos y a la mejora de la productividad agrícola.

## Stack tecnológico

### Front-end

- Lenguaje: TypeScript
- Framework: React + Vite
- Estilo: Tailwind + Tailwind Components
- Otros: Axios, Chart.js

### Back-end

- Lenguajes de Programación: Java
- Frameworks: Spring Boot

### QA

- Para el front-end: Playright TS
- Para el back-end: Postman

### Base de Datos

- Modelado de la Base de Datos: Umletino
- Tipo: NoSQL
- Sistema: MongoDB
- Lenguaje: Java

### Análisis de Datos

- Lenguaje: Python
- Bibliotecas: Pandas, Numpy, Seaborn, matplotlib, datetime, csv, collections
- Formato de Archivos: CSV

### API

- Datos Meteorológicos: [OpenWeatherMap API](#)



¿Por qué se eligieron las tecnologías?

Para el front-end, se eligió TypeScript debido a su tipado estático, que ayuda a prevenir errores durante el desarrollo, mejora la legibilidad del código y facilita la refactorización.

Es ideal para proyectos de cualquier tamaño y complejidad debido a su estructura organizada y herramientas de tipado, lo que lo hace escalable a largo plazo.

TypeScript se integra bien con otros lenguajes y herramientas, y su ecosistema es amplio.

React y Vite fueron seleccionados porque React es un framework maduro para crear interfaces de usuario declarativas y eficientes, mientras que Vite proporciona un servidor de desarrollo rápido y un sistema de módulos que mejora la experiencia de desarrollo.

React es altamente escalable y se adapta a proyectos de cualquier tamaño, y Vite optimiza el rendimiento de las aplicaciones React.

Para un proyecto pequeño, Vite es eficiente, y si el proyecto se expande, se podría migrar a NEXT.js.

Tailwind CSS fue elegido para los estilos porque proporciona una gran cantidad de clases CSS predefinidas que permiten crear interfaces de usuario personalizadas de forma rápida y eficiente.

Tailwind Components ofrece componentes preconstruidos, como tablas, para acelerar aún más el desarrollo. Tailwind se integra bien con React, potenciando su propósito.

Axios se eligió por su simplicidad y popularidad para hacer peticiones HTTP en JavaScript y TypeScript, facilitando la comunicación con el back-end y la API de OpenWeatherMap.

En el back-end, se optó por Java y Spring Boot. Java es un lenguaje maduro y robusto, y Spring Boot simplifica el desarrollo de aplicaciones Java al ofrecer características como autoconfiguración y gestión de beans, lo que facilita la creación de aplicaciones escalables.

Spring Boot es altamente configurable y se integra con una amplia variedad de tecnologías.

Para la base de datos, se eligió MongoDB por ser una base de datos NoSQL flexible y escalable, ideal para almacenar datos estructurados y no estructurados.

MongoDB se escala horizontalmente y puede manejar grandes volúmenes de datos sin requerir un esquema rígido, lo que facilita la adaptación a cambios en los datos.

Umletino fue seleccionado para modelar la base de datos porque es una herramienta útil y sencilla para modelar y visualizar la estructura de datos, fácil de entender y usar, ideal para quienes tienen pocos conocimientos previos.

Para el análisis de datos, se eligió Python con las bibliotecas Pandas y NumPy. Python es popular para el análisis de datos, y Pandas y NumPy son fundamentales para manipular y analizar datos numéricos. Python ofrece una amplia gama de bibliotecas para diversos tipos de análisis de datos. Para grandes conjuntos de datos, se podría considerar implementar Dask o PySpark. Para el modelo predictivo, se usará Scikit-learn, una biblioteca de aprendizaje automático que proporciona herramientas simples y eficientes para el análisis y modelado de datos, popular por su versatilidad y facilidad de uso.

La API de OpenWeatherMap fue elegida por ser popular y fácil de usar para obtener datos meteorológicos.

Concluyendo:

- TypeScript + React: Una combinación sólida para crear interfaces de usuario modernas y escalables.
- Java y Spring Boot: Una opción popular para back-ends empresariales, ofreciendo robustez y escalabilidad.
- MongoDB: Ideal para almacenar datos de sensores, que pueden ser de naturaleza variable y crecer rápidamente.
- Python: El lenguaje de facto para el análisis de datos, con una comunidad grande y una amplia gama de bibliotecas.

Algunas consideraciones adicionales a tener en cuenta son:

- Escalabilidad: La elección de MongoDB y Spring Boot garantiza una buena escalabilidad para manejar grandes volúmenes de datos y un número creciente de usuarios.
- Flexibilidad: El uso de TypeScript y Python permite una gran flexibilidad en el desarrollo, adaptándose a los cambios en los requisitos del proyecto.
- Usabilidad: Las herramientas seleccionadas facilitan el desarrollo y la gestión del proyecto, como Vite para el desarrollo rápido y Umletino para modelar la base de datos.
- Integración: Las tecnologías elegidas se integran bien entre sí, lo que facilita la comunicación entre el front-end, el back-end y la base de datos.

# Plan de trabajo

Plan de trabajo					
N°	Duracion	Actividad	Sub-tareas	Equipo	Observaciones
1	1 dia	Requerimientos del cliente	Reunion inicial, documentacion	Analista, cliente	Definir alcance y funcionalidades
2	2 dias	Diseño técnico	Arquitectura del sistema, diseño de base de datos, diagrama de flujo	Arquitecto de software, desarrolladores	Definir tecnologías, componentes y flujos de datos
3	1 semana	Desarrollo del backend (Java)	Configuración del entorno, desarrollo de API, integración con base de datos	Desarrolladores backend	Crear la lógica del servidor y la gestión de datos
4	1 semana	Desarrollo del frontend (React)	Diseño de la interfaz, implementación de componentes, integración con el backend	Desarrolladores frontend	Crear la interfaz de usuario para visualización y interacción
5	2 semanas	Desarrollo del módulo de análisis (Python)	Limpieza de datos, exploración de datos, modelado, visualización	Científico de datos	Desarrollar algoritmos para analizar los datos de humedad y generar insights
6	1 semana	Integración	Conectar frontend, backend y módulo de análisis	Todo el equipo	Asegurar la comunicación y el flujo de datos entre los componentes
7	2 dias	Pruebas unitarias	Pruebas de cada componente de forma aislada	Desarrolladores	Verificar el correcto funcionamiento de cada parte del sistema
8	1 semana	Pruebas de integración	Pruebas del sistema completo	Equipo de QA	Asegurar que los componentes interactúen correctamente
9	1 semana	Despliegue	Configuración del entorno de producción, despliegue del software	DevOps	Preparar el sistema para su uso en producción

## Dificultad estimada

Según la información teórica y tecnologías definimos un nivel de dificultad estimada

Este está basado en la secuencia de Fibonacci y siendo la suma de las funciones que se espera realicemos las cuales incluyen:

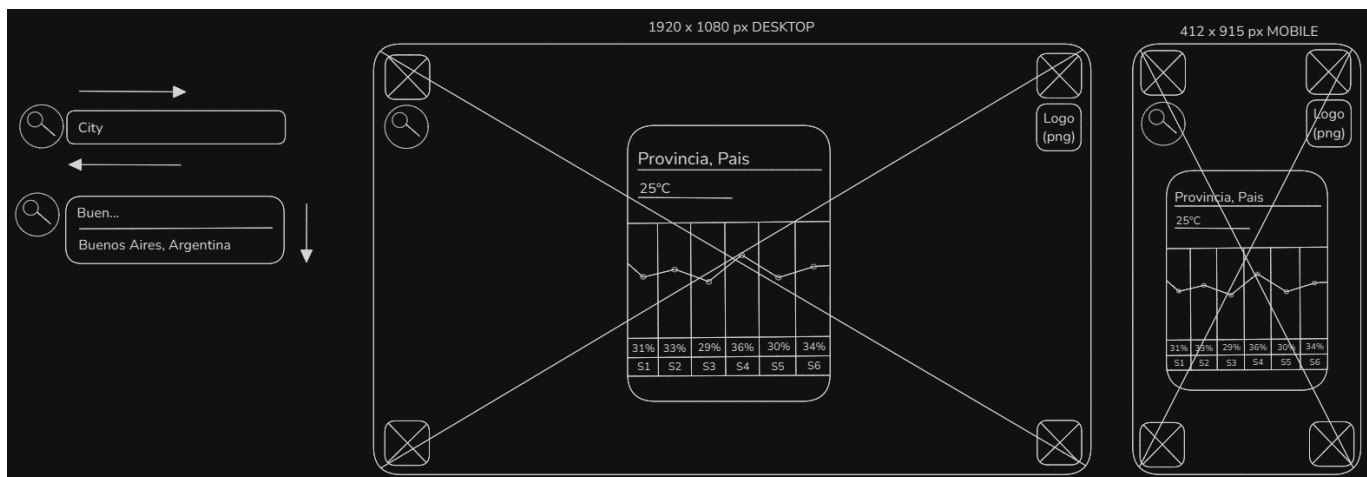
- Ingreso de datos de humedad del suelo para diferentes sectores del campo.
- Cálculo del promedio de humedad.
- Clasificación del nivel de humedad (bajo, óptimo, alto).
- Almacenamiento de datos en un archivo CSV.
- Visualización básica de los datos

Nivel de dificultad: 8

## Wireframe y Diseño

Hemos comenzado nuestro proceso de diseño creando wireframes a mano, lo que nos permitió iterar rápidamente sobre diferentes ideas y conceptos de la interfaz de usuario. También, se especificó paleta de colores y fuentes para el proyecto

Luego, trasladamos nuestros wireframes a excalidraw para obtener un diseño más pulido y profesional, permitiendo visualizar mejor la disposición de los elementos y la experiencia del usuario.

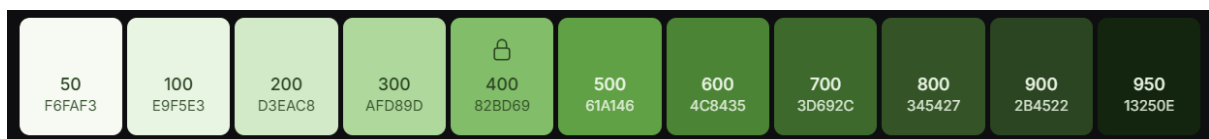


campo	
campo_id 	integer
nombre_del_campo	varchar
porcentaje_de_humedad	int
flora	varchar
germinacion	int
maduraccion	int
crecimiento	int
fecha	datetime

Inspiración:



Paleta de colores:



## Próximamente

En el futuro, AgroSpot tiene planes ambiciosos para expandir sus funcionalidades y mejorar su sistema de agricultura de precisión. A continuación, te presentamos algunas de las características y mejoras que estamos desarrollando para ofrecer una solución integral para la gestión agrícola:

## 1. API REST para Integración y Expansión

Desarrollaremos una API REST para facilitar la integración con otros sistemas y aplicaciones, permitiendo una interoperabilidad fluida y el intercambio de datos.

### Funciones Principales:

- **GET /datos:** Obtiene datos sobre humedad, temperatura, y otras métricas relevantes.
- **POST /datos:** Permite la entrada de nuevos datos de sensores y otras fuentes.
- **GET /estadisticas:** Proporciona estadísticas sobre la humedad, clima y rendimiento de los cultivos.
- **GET /alertas:** Devuelve alertas basadas en condiciones y umbrales predefinidos.

## 2. Integración de Sensores IoT y Datos en Tiempo Real

Incorporaremos sensores IoT para el monitoreo en tiempo real de múltiples parámetros agrícolas, como humedad del suelo, temperatura, y otros factores críticos.

## 3. Obtención y Análisis de Datos Meteorológicos

Implementaremos la integración con APIs externas para la obtención de datos meteorológicos, permitiendo un análisis más completo y contextualizado.

## 4. Análisis Avanzado y Detección de Anomalías

Desarrollaremos algoritmos de análisis avanzado para la detección de anomalías en los datos, ayudando a identificar patrones inusuales y problemas potenciales.

## 5. Modelos Predictivos para Rendimiento y Recomendaciones

Introduciremos modelos predictivos que estimen el rendimiento de los cultivos y proporcionen recomendaciones para optimizar el uso de recursos.

## 6. Sistema de Alertas Personalizado

Implementaremos un sistema de alertas basado en condiciones predefinidas y parámetros personalizados, para mantener a los agricultores informados y proactivos.

## **7. Generación de Informes y Visualizaciones Avanzadas**

Desarrollaremos herramientas para la generación de informes detallados y visualizaciones interactivas para una mejor comprensión de los datos.

Estas mejoras y nuevas características permitirán a AgroSpot ofrecer una solución más completa y poderosa para los agricultores, apoyando una toma de decisiones más precisa y eficiente en la gestión de sus cultivos.