



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura

Sistema de Control de Riegos Inteligentes

Equipo 26

Alumnos: - Gálvez Díaz Colodrero, Mateo Nicolás

- Noir Aguilar, Nahuel Kevin

- Ojeda, Juan Agustín

- Sánchez Morales, Benjamín Delfor

Cátedra: Bases de Datos I

Profesor: Darío O. Villegas

Año: 2025

Índice

Índice.....	1
Capítulo I: Introducción.....	2
Tema.....	2
Definición del Problema.....	2
Objetivo.....	3
Objetivos Generales.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Capítulo II: Marco Conceptual.....	4
Desarrollo Sustentable.....	4
Innovaciones Tecnológicas en la Agricultura.....	4
Bases de Datos en el Ámbito Agrícola.....	5
Globalización y Desarrollo Regional.....	5
Capítulo III: Metodología.....	6
a. Descripción de cómo se realizó el Trabajo Práctico.....	6
b. Herramientas (Instrumentos y procedimientos).....	7
Capítulo IV.....	8
Desarrollo del Tema.....	8
1. Identificación de las entidades principales.....	8
2. Modelo Entidad–Relación (MER).....	9
3. Modelo Relacional.....	10
4. Implementación física en SQL.....	10
5. Consultas de prueba.....	11
Capítulo V: Conclusiones.....	12
Capítulo VI: Bibliografía.....	13

Capítulo I: Introducción

Tema

Este proyecto aborda la necesidad de gestionar de manera eficiente la información relacionada con el **riego agrícola**, permitiendo almacenar, analizar y consultar datos vinculados a parcelas, sensores de humedad, caudal de agua, horarios de riego y consumo total, con el fin de optimizar recursos hídricos y mejorar la productividad agrícola.

Definición del Problema

La producción agrícola en Corrientes, especialmente de cultivos como arroz, cítricos y yerba mate, entre otros, enfrenta dificultades derivadas de:

- La **variabilidad climática** (lluvias intensas, períodos de sequía, incendios).
- El **uso ineficiente del agua**, particularmente crítico en zonas donde se requiere riego artificial.
- La **falta de digitalización de datos de riego**, que dificulta el seguimiento de consumos, la detección de pérdidas y la programación eficiente de riegos.
- La **ausencia de registros centralizados** de sensores de humedad, caudalímetros y cronogramas de riego, lo que genera un desperdicio de recursos y disminuye la competitividad frente a otras regiones.

El problema central es la falta de un sistema informatizado y confiable que organice y relacione toda la información del riego agrícola, permitiendo a productores y técnicos agrónomos contar con datos precisos para programar riegos, mejorar la eficiencia en el uso del agua y prevenir pérdidas por exceso o déficit hídrico.

Este desarrollo busca responder a las siguientes incógnitas:

- ¿Cómo puede una base de datos ayudar a registrar y analizar la información sobre riegos en las parcelas de Corrientes?
- ¿Qué beneficios traería digitalizar el control de consumo de agua y su distribución?
- ¿Cómo podría la información almacenada contribuir a la toma de decisiones frente a sequías o exceso de precipitaciones?

Objetivo

Objetivos Generales

Diseñar y modelar una base de datos relacional que soporte un **sistema de control de riegos inteligentes**, capaz de gestionar información sobre parcelas, sensores de humedad y caudal, cronogramas de riego y consumo de agua, con el fin de optimizar recursos y mejorar la eficiencia agrícola local.

Objetivos Específicos

1. Identificar las principales problemáticas en el manejo del agua en la Provincia de Corrientes.
2. Diseñar el modelo entidad-relación (E-R) de la base de datos que contemple cultivos, parcelas, sensores, riego, etc.
3. Garantizar que el modelo de datos cumpla con todas las reglas de normalización.
4. Proveer una estructura que facilite la escalabilidad del sistema hacia la inclusión de nuevas tecnologías (IoT, predicciones climáticas).
5. Implementar consultas SQL que permitan analizar indicadores clave: consumo de agua por parcela, historial de riegos, eficiencia hídrica.
6. Entender el manejo de permisos y roles en la base de datos.
7. Asegurar la optimización de consultas mediante índices en tablas críticas.

Capítulo II: Marco Conceptual

El presente trabajo se enmarca dentro de los avances tecnológicos aplicados a la agricultura, en particular en la gestión eficiente del agua mediante sistemas de riego inteligente. La agricultura es una de las principales actividades económicas de la provincia de Corrientes, y el uso adecuado de los recursos hídricos es clave para sostener la productividad y garantizar el desarrollo regional.

Desarrollo Sustentable

El uso del agua en la agricultura está directamente relacionado con el **desarrollo sustentable**. Un riego excesivo puede dañar los suelos y desperdiciar recursos, mientras que un riego insuficiente puede afectar la producción y calidad de los cultivos.

Por ello, el control inteligente del riego no solo busca mejorar la rentabilidad económica, sino también garantizar el cuidado del medio ambiente y el uso responsable de un recurso vital como el agua.

Innovaciones Tecnológicas en la Agricultura

En los últimos años, la incorporación de tecnologías de información y comunicación (**TICs**) ha permitido transformar la manera en que se producen los alimentos. Conceptos como agricultura de precisión o agricultura inteligente hacen referencia al uso de sensores, dispositivos automáticos y bases de datos que ayudan a los productores a tomar mejores decisiones.

El riego inteligente se enmarca dentro de esta tendencia, ya que utiliza sensores de humedad, caudalímetros y registros digitales para determinar **cuándo, cuánto y cómo regar** cada parcela.

Bases de Datos en el Ámbito Agrícola

La digitalización de la información agrícola es un paso necesario para mejorar la competitividad. Una **base de datos relacional** permite centralizar información de diferentes fuentes (parcelas, sensores, registros de riego, condiciones ambientales), evitando la dispersión de datos y reduciendo errores.

De este modo, los productores y técnicos agrónomos pueden acceder rápidamente a la información histórica y actualizada, lo que contribuye a la optimización del agua y al ahorro de costos.

Globalización y Desarrollo Regional

En un contexto de globalización, la agricultura debe competir no solo a nivel local, sino también internacional. Para que la producción de Corrientes (arroz, cítricos, yerba mate, entre otros) mantenga su competitividad, resulta indispensable aplicar innovaciones tecnológicas que permitan aumentar la eficiencia y reducir las pérdidas.

Un sistema de control de riegos inteligentes favorece el desarrollo regional al hacer más eficiente la producción, generar empleos vinculados a la tecnología y promover la sustentabilidad en el uso de recursos naturales.

Este trabajo parte de la idea de que los sistemas informáticos aplicados al riego agrícola son una herramienta fundamental para enfrentar los desafíos actuales del sector. La integración de innovaciones tecnológicas, bases de datos relacionales y principios de sustentabilidad permite avanzar hacia una agricultura más eficiente, moderna y comprometida con el desarrollo regional de Corrientes.

Capítulo III: Metodología

El presente trabajo práctico se desarrolló siguiendo una serie de pasos que permitieron organizar la información, diseñar el modelo de base de datos y comprender cómo un sistema informatizado puede aportar soluciones concretas al problema del riego agrícola.

a. Descripción de cómo se realizó el Trabajo Práctico

En primer lugar, se analizó la problemática del riego en la agricultura de Corrientes, identificando factores como el uso excesivo de agua, la falta de registros confiables y la necesidad de digitalizar datos para mejorar la gestión de recursos.

Posteriormente, se definieron los objetivos del proyecto y se elaboró un modelo conceptual que refleja la realidad del sistema de riegos inteligentes, incluyendo entidades como parcelas, cultivos, sensores, condiciones ambientales y cronogramas de riego.

Una vez definido el modelo conceptual, se procedió a diseñar el Modelo Entidad-Relación (MER), representando gráficamente las entidades, sus atributos y relaciones. Este modelo sirvió como base para derivar el modelo relacional normalizado, asegurando que la estructura de datos evita redundancias y garantizara la integridad de la información.

El siguiente paso consistió en la traducción del modelo relacional al modelo físico, es decir, en la elaboración del script SQL con la definición de tablas, claves primarias, claves foráneas y restricciones.

Finalmente, se realizaron consultas de prueba para verificar la utilidad del modelo, tales como calcular el consumo de agua por parcela, registrar las condiciones ambientales y consultar el historial de riegos aplicados.

b. Herramientas (Instrumentos y procedimientos)

Para llevar adelante este trabajo se utilizaron las siguientes herramientas y procedimientos:

- **Revisión bibliográfica y digital:** se consultaron artículos sobre agricultura de precisión, manejo de recursos hídricos y bases de datos aplicadas al agro, disponibles en Internet y en documentos institucionales (ej. INTA, FAO).
- **Diagramas conceptuales:** se emplearon herramientas digitales como **Draw.io**, **Lucidchart** o **ERD Plus** para el diseño del Modelo Entidad-Relación.
- **SQL Server:** se utilizó este sistema de gestión de bases de datos para implementar el modelo físico, crear tablas y ejecutar consultas de prueba.
- **Análisis de casos reales:** se consideran ejemplos de riego en cultivos típicos de la región (arroz, cítricos y yerba mate) para orientar la estructura de la base de datos a un contexto práctico.

Capítulo IV

Este capítulo presenta los hallazgos del trabajo práctico, organizados a partir del análisis de la problemática planteada y de los objetivos definidos. La información se expone de manera objetiva, mostrando los pasos realizados y los resultados obtenidos en el diseño e implementación de un sistema de base de datos orientado al **control de riegos inteligentes**.

Desarrollo del Tema

1. Identificación de las entidades principales

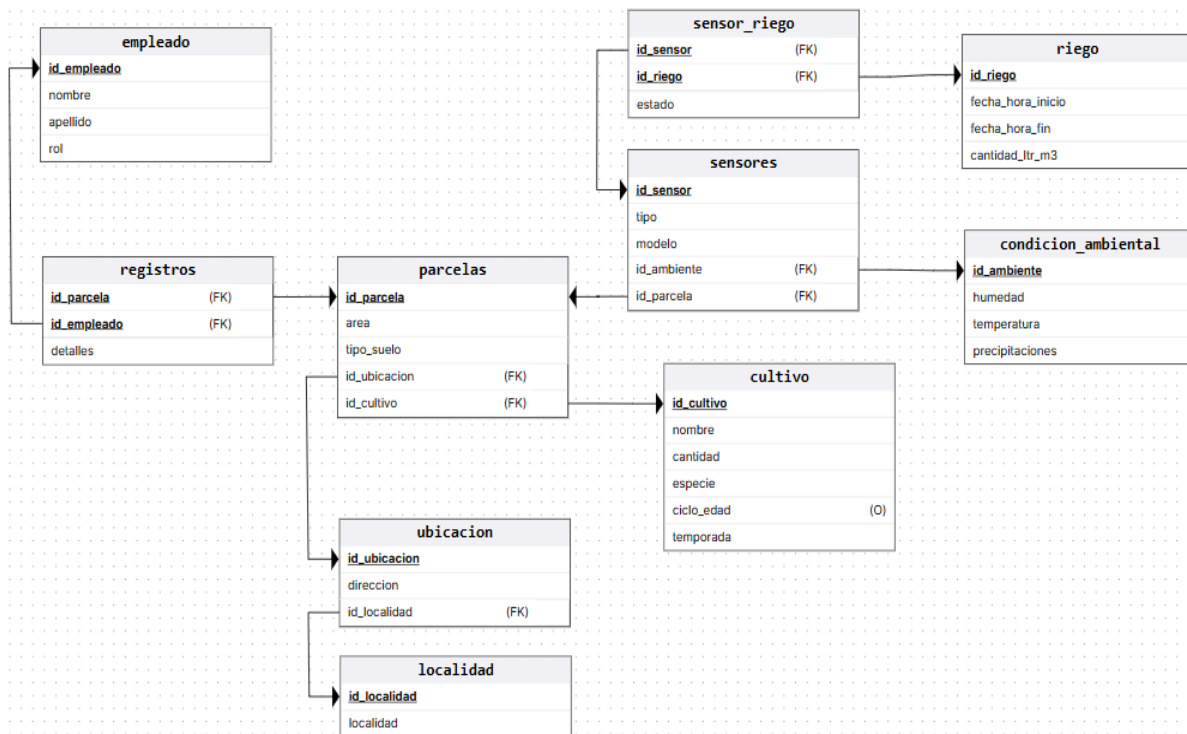
A partir del análisis del problema y de la revisión conceptual, se determinaron las entidades más relevantes que forman parte del sistema de riegos:

- **Parcela:** sector de tierra sobre el cual se realiza el cultivo y el riego.
- **Cultivo:** representa el tipo de producción agrícola (arroz, cítricos, yerba mate, etc.).
- **Ubicación y localidad:** permiten georreferenciar las parcelas.
- **Empleado:** encargado de registrar información y programar riegos.
- **Registros:** asociación entre parcelas y empleados para almacenar observaciones.
- **Condición ambiental:** valores de humedad, temperatura y precipitaciones.
- **Sensor:** dispositivos que recolectan datos en tiempo real sobre el estado de la parcela.
- **Riego:** evento programado con fecha, hora y cantidad de agua.
- **Sensor_riego:** relación que indica qué sensor activó o registró un determinado riego.

2. Modelo Entidad–Relación (MER)

Se construyó un **MER** que refleja las entidades identificadas y sus relaciones. En el diagrama se observan:

- Relaciones 1:N entre parcela y sensor, parcela y cultivo, ubicación y localidad.
- Relaciones N:1 de sensor con condición ambiental y de sensor_riego con riego.
- Entidades asociativas como registros (empleado–parcela) y sensor_riego (sensor–riego).



3. Modelo Relacional

A partir del MER se derivó el **modelo relacional normalizado**, que incluye las tablas principales:

- **empleado**(id_empleado PK, nombre, apellido, rol)
- **parcela**(id_parcela PK, área, tipo_suelo, id_ubicacion FK, id_cultivo FK)
- **cultivo**(id_cultivo PK, nombre, cantidad, especie, ciclo_edad, temporada)
- **ubicacion**(id_ubicacion PK, direccion, id_localidad FK)
- **localidad**(id_localidad PK, localidad)
- **registros**(id_parcela FK, id_empleado FK, detalles)
- **condicion_ambiental**(id_ambiente PK, humedad, temperatura, precipitaciones)
- **sensor**(id_sensor PK, tipo, modelo, id_parcela FK, id_ambiente FK)
- **riego**(id_riego PK, fecha_hora_inicio, fecha_hora_fin, cantidad_ltr_m3)
- **sensor_riego**(id_sensor FK, id_riego FK, estado)

Este modelo asegura la normalización hasta la **3FN**, evitando redundancias y garantizando integridad de datos.

4. Implementación física en SQL

Se elaboró el **script SQL** para la creación de tablas en SQL Server. Un ejemplo de fragmento de código:

(insertar imagen)

De forma similar se definieron las demás tablas con sus claves primarias, foráneas y restricciones de integridad.

5. Consultas de prueba

Para validar el modelo, se diseñaron consultas SQL orientadas a responder las preguntas iniciales del proyecto:

- **Consumo total de agua por parcela en un período:**

(insertar imagen)

- **Historial de riegos realizados por sensor:**

(insertar imagen)

- **Condiciones ambientales promedio por parcela:**

(insertar imagen)

6. Resultados obtenidos

Los resultados muestran que el modelo diseñado:

- Permite registrar de manera organizada la información de riegos y condiciones ambientales.
- Facilita el seguimiento del consumo de agua por parcela y cultivo.
- Ofrece la posibilidad de generar indicadores clave para mejorar la eficiencia en el uso del agua.
- Puede ampliarse a futuro incorporando módulos de fertilización, predicciones climáticas o integración con plataformas IoT.

Capítulo V: Conclusiones

En conclusión, el diseño de un sistema de base de datos para el **control de riegos inteligentes** demostró ser una solución efectiva para organizar y centralizar la información agrícola. El modelo relacional implementado permitió registrar parcelas, sensores y consumos de agua, generando consultas que facilitan la toma de decisiones.

Se comprobó que la digitalización de los registros de riego contribuye a un uso más eficiente del agua, mejora la productividad y ofrece una base sólida para incorporar nuevas tecnologías en el futuro.

Capítulo VI: Bibliografía

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO. (2022). *Agricultura digital: Estrategias y tecnologías para un desarrollo sostenible*. Roma: FAO.
<https://www.fao.org/aquastat/es/countries-and-basins/country-profiles>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA. (2021). *Sistemas de riego y agricultura de precisión en la provincia de Corrientes*. Publicación Técnica INTA. <https://www.argentina.gob.ar/informacion-agroclimatica>
- López, M. & Fernández, G. (2020). *Uso de TICs en el agro: hacia una producción inteligente y sustentable*. Revista de Innovación Tecnológica, 12(3), 45-58.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Microsoft SQL Server Management Studio
<https://learn.microsoft.com/es-es/ssms/sql-server-management-studio-ssms?view=sql-server-ver16>