



# Sistema de monitoreo para planta de acopio de cereales

Autor:

Ing. Lucas Eduardo Olmedo

Director:

Marcelo Castello (UTN-FRRO)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 28 de febrero de 2023 y el 24 de abril de 2023.*

## Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar . . . . .	5
2. Identificación y análisis de los interesados . . . . .	7
3. Propósito del proyecto . . . . .	7
4. Alcance del proyecto . . . . .	7
5. Supuestos del proyecto. . . . .	7
6. Requerimientos . . . . .	8
7. Historias de usuarios ( <i>Product backlog</i> ). . . . .	9
8. Entregables principales del proyecto . . . . .	9
9. Desglose del trabajo en tareas . . . . .	10
10. Diagrama de Activity On Node. . . . .	11
11. Diagrama de Gantt . . . . .	12
12. Presupuesto detallado del proyecto . . . . .	16
13. Gestión de riesgos . . . . .	16
14. Gestión de la calidad . . . . .	18
15. Procesos de cierre . . . . .	19

## Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	28 de febrero de 2023
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	12 de marzo de 2023
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	20 de marzo de 2023
3	Se completa hasta el punto 12 inclusive	27 de marzo de 2023
4	Se completa hasta el punto 15 inclusive	3 de abril de 2023

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 28 de febrero de 2023

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Lucas Eduardo Olmedo que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Internet de las Cosas se titulará “Sistema de monitoreo para planta de acopio de cereales”, consistirá esencialmente en la implementación de un prototipo de un sistema para monitorear plantas de acopio de cereales, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 h de trabajo y \$3923100, con fecha de inicio 28 de febrero de 2023 y fecha de presentación pública 15 de febrero de 2024.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Tribunal Jurado trabajo final CEIoT  
FIUBA

Marcelo Castello  
Director del Trabajo Final

## 1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El presente proyecto es un emprendimiento personal dirigido a solucionar un problema detectado en algunas plantas de acopio de cereales. Una empresa o cooperativa dedicada al almacenamiento de granos tiene uno o más depósitos distribuidos y para controlar el estado de almacenamiento de sus productos necesita enviar operarios a las diferentes plantas. Dada esta situación, se plantea implementar un sistema de monitoreo IoT para optimizar tiempos y costos.

Una planta de acopio se encarga de recepcionar diferentes tipos de granos, analizarlos, secarlos y almacenarlos. Para ello, dispone de silos equipados con sistemas de ventilación y control de termométricos, con el objetivo de minimizar las pérdidas de granos tanto en forma cuantitativa como cualitativa durante la etapa de almacenamiento.

Una empresa que brinde servicio de almacenamiento puede tener varias plantas de acopio distribuidas en diferentes ciudades o zonas rurales. El objetivo del sistema IoT a desarrollar es simplificar la tarea de administración que puede tener una empresa o cooperativa. Se propone instalar nodos y sensores identificando cada silo, monitorizar el estado del cereal almacenado y centralizar esta información en la nube. Con este sistema será posible trazar el estado de almacenamiento del cereal, disminuir las tareas manuales del personal en cada planta y administrar más de una planta desde una sola oficina.

Si bien en el mercado se encuentran algunas ofertas de sistemas IoT para silos, se plantea diseñar una solución a medida mediante la reutilización de instalaciones existentes y brindando así la posibilidad de reciclar sensores. La propuesta es instalar un nodo por cada silo, este debe obtener datos de sensores para luego transmitirlos hacia la nube.

La solución propuesta se compone de las siguientes partes:

- Obtención de datos desde sensores.
- Adaptar y transmitir datos a la nube.
- Procesamiento y persistencia de datos.
- Presentación de datos y alarmas.

En la Figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema. Se observa que cada planta de acopio esta compuesta de silos, cada uno de estos posee un nodo con uno o mas sensores. Los nodos transmiten los datos a la nube, los cuales serán almacenados en un servidor de bases de datos y presentados en un *dashboard* o aplicación en las oficinas de la empresa o cooperativa.

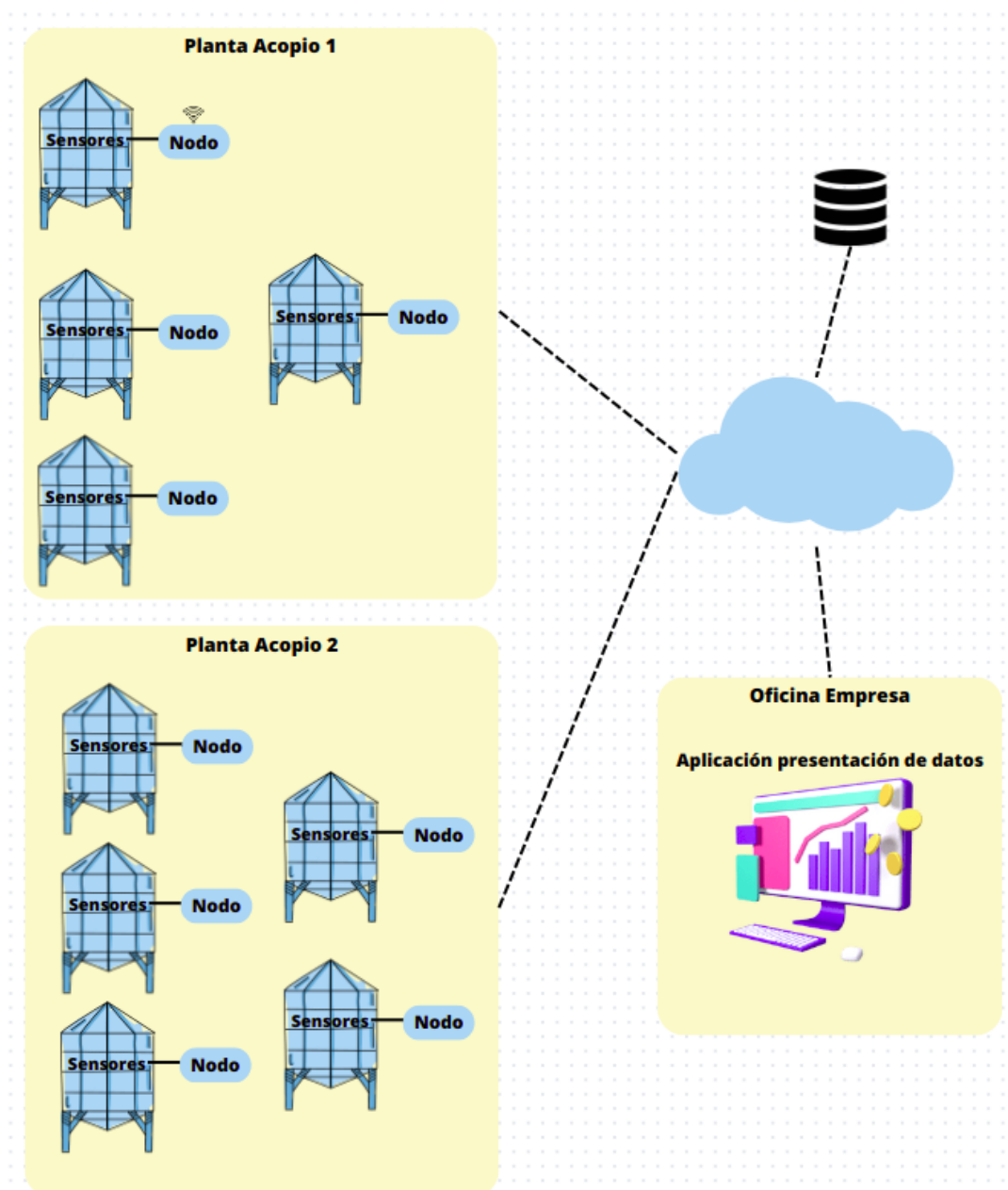


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

## 2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Tribunal Jurado trabajo final CEIoT	FIUBA	–
Responsable	Ing. Lucas Eduardo Olmedo	FIUBA	Alumno
Orientador	Marcelo Castello	UTN-FRRO	Director Trabajo final
Usuario final	Empleados Oficina	Empresa de Acopio	Operador / Administrador

- Cliente: es el jurado del trabajo final de la especialización de IoT. Todavía a definir.

## 3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es implementar un sistema de monitoreo para el almacenamiento de cereales, con el objetivo de conservar en condiciones óptimas los granos almacenados. El sistema deberá diseñarse e implementarse utilizando los conocimientos adquiridos durante el cursado de la CEIoT y con miras a su implementación en campo a futuro.

## 4. Alcance del proyecto

El alcance del proyecto incluye:

- Un prototipo funcional.
- Al menos un nodo instalado en un silo que simule datos obtenidos y transmita los mismos a la nube.
- Selección del protocolo para transmisión de datos.
- Desarrollo de *backend* del sistema que procese y almacene los datos recibidos.
- Presentación de datos en una aplicación.

El presente proyecto no incluye:

- La puesta en marcha del producto en las instalaciones de una planta de almacenamiento.
- La lectura de datos en sensores reales desde los nodos.

## 5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se implementa un prototipo para el trabajo final de CEIoT, pero el proyecto se continuara.

- Las plantas de acopio disponen de una conexión a internet.
- Se dispone de la colaboración de personas idóneas en el almacenamiento de cereales.
- Se dispone continuidad de los recursos humanos necesarios durante el desarrollo del proyecto.
- Se contará con los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto.
- Se cuenta con el *hardware* necesario para implementar al menos un prototipo.
- El cliente acepta que las mediciones de temperatura y cantidad de cereal en un silo sean simuladas.

## 6. Requerimientos

### 1. Requerimientos funcionales

- 1.1. El sistema deberá monitorizar silos de diferentes plantas de acopio.
- 1.2. El sistema deberá obtener la temperatura de los silos y transmitirla cada 10 minutos.
- 1.3. El sistema deberá obtener la cantidad en kg de cereal almacenado en un silo y transmitirlo cada 15 minutos.
- 1.4. El sistema deberá mostrar la capacidad máxima de almacenamiento de cada silo y el tipo de cereal almacenado.
- 1.5. El sistema deberá transmitir los datos de forma segura desde los nodos sensores a un servidor.
- 1.6. El sistema deberá contar con una interfaz gráfica donde se presenten los datos obtenidos.
- 1.7. La interfaz gráfica se debe poder acceder por los usuarios de la empresa en diferentes computadoras.
- 1.8. El sistema deberá generar alertas a los usuarios cuando un silo supere una determinada temperatura.
- 1.9. El sistema deberá almacenar el historial de mediciones por cada silo en una base de datos.
- 1.10. El sistema deberá mostrar en tiempo real las mediciones de un silo.
- 1.11. El sistema deberá mostrar el historial de mediciones de un silo.
- 1.12. El sistema deberá mostrar todos los silos de una planta indicando si las mediciones de temperatura de un silo están fuera de un rango establecido.

### 2. Requerimientos no funcionales

- 2.1. El sistema deberá ser escalable, permitiendo agregar mas plantas de acopio dentro de una empresa, mas silos en una planta y mas sensores en un silo.
- 2.2. El sistema debe estar protegido contra el acceso no autorizado.
- 2.3. El sistema debe tener una interfaz intuitiva y documentación clara para facilitar su uso por parte del usuario.

### 3. Requerimientos de documentación

- 3.1. Se debe generar un documento de planificación del proyecto.



- 3.2. Se debe generar un manual de uso.
- 3.3. Se debe generar un manual de instalación.
- 3.4. Se debe generar una memoria técnica con la documentación de ingeniería detallada.

## 7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

*Story points*: Se utilizarán 1, 2, 3, 5, 8 y 13 para la estimación de las historias de usuario, según la serie de Fibonacci. Los *story points* se asignan a una tarea o historia de usuario en función de la complejidad que representa para el equipo de proyecto. La asignación de *story points* se basa en una evaluación en equipo de varios factores como: esfuerzo requerido, dificultad, complejidad e incertidumbre.

- Como cliente quiero visualizar todas las plantas de acopio de la empresa en una sola aplicación para tener el control desde una o varias oficinas. (*Story points*: 3. Esta tarea solo implica hacer una pantalla de visualización y una consulta a la base.)
- Como cliente quiero ver la temperatura de un silo en tiempo real en una aplicación para controlar el estado de conservación del cereal a distancia. (*Story points*: 5. En esta historia se considera que debe implementarse tanto la UI como la simulación y transmisión de la temperatura.)
- Como cliente quiero saber la cantidad de cereal almacenado en un silo para poder decidir si es posible almacenar más cereal en este. (*Story points*: 5. En esta historia es necesario investigar para poder implementar lo solicitado.)
- Como cliente quiero tener información de la capacidad restante de almacenamiento de un silo y el tipo de cereal para poder realizar logística sin necesidad de ir a la planta. (*Story points*: 2. Al tener implementada la historia anterior, esta es simple.)
- Como cliente quiero visualizar una alarma cuando un silo supere una temperatura determinada, indicando la planta y silo correspondiente para poder tomar acciones preventivas y mantener el cereal en óptimo estado. (*Story points*: 2. Esta historia solo es de UI)
- Como cliente quiero poder visualizar el historial de mediciones de un silo para controlar el estado del almacenamiento del cereal. (*Story points*: 8. Es necesario implementar una base de datos y la UI para visualizar los datos)
- Como cliente quiero poder acceder a la aplicación desde distintas computadoras para poder monitorizar las plantas de acopio desde diferentes oficinas. (*Story points*: 3. No se observa gran dificultad.)
- Como gerente de la empresa quiero que el sistema pida usuario y contraseña al ingresar para que solo puedan acceder personas autorizadas. (*Story points*: 13. Esta historia es considerada más compleja ya que el equipo no cuenta con experiencia en tareas relacionadas.)

## 8. Entregables principales del proyecto

- Manual de uso.

- Manual de instalación.
- Prototipo funcional.
- Diagrama esquemático de la solución.
- Informe final.
- Presentación.

## 9. Desglose del trabajo en tareas

1. Planificación y definición del proyecto (55 h)
  - 1.1. Investigación preliminar (25 h)
  - 1.2. Relevar requerimientos(15 h)
  - 1.3. Documentar planificación del proyecto (15 h)
2. Protocolo de comunicación (24 h)
  - 2.1. Investigación y elección de protocolo de comunicación (24 h)
3. Análisis y Diseño del modelo de datos (44 h)
  - 3.1. Elección de tecnología (4 h)
  - 3.2. Diseño del modelo de datos (20 h)
  - 3.3. Implementación base de datos y carga inicial de datos (20 h)
4. Diseño e implementación del nodo y mediciones simuladas (76 h)
  - 4.1. Elección del *hardware* (4 h)
  - 4.2. Simulación adquisición de temperatura (20 h)
  - 4.3. Simulación nivel de llenado silo en kg (16 h)
  - 4.4. Transmisión de datos simulados (20 h)
  - 4.5. Pruebas de funcionalidad del nodo (16 h)
5. Planificación y desarrollo del *backend* (64 h)
  - 5.1. Especificación de los requerimientos del *backend* (8 h)
  - 5.2. Desarrollo del *backend* (40 h)
  - 5.3. Pruebas de funcionalidad del *backend* (16 h)
6. Planificación y desarrollo del *frontend* (80 h)
  - 6.1. Especificación de los requerimientos del *frontend* (8 h)
  - 6.2. Desarrollo del *frontend* (40 h)
  - 6.3. Desarrollo de la comunicación con la base de datos (16 h)
  - 6.4. Pruebas de funcionalidad del *frontend* (16 h)
7. Diseño e implementación de un sistema de acceso al software (68 h)
  - 7.1. Especificación de requerimientos de acceso (12 h)

- 7.2. Desarrollo del sistema de acceso (32 h)
- 7.3. Pruebas del sistema de acceso (24 h)
- 8. Pruebas finales (63 h)
  - 8.1. Planificación de las pruebas (12 h)
  - 8.2. Generación del ambiente de pruebas (35 h)
  - 8.3. Ejecución de las pruebas (16 h)
- 9. Documentación (60 h)
  - 9.1. Generación del manual de instalación (28 h)
  - 9.2. Generación del manual del usuario (32 h)
- 10. Actividades de cierre (80 h)
  - 10.1. Generación de la memoria final (48 h)
  - 10.2. Generación de video de uso (16 h)
  - 10.3. Elaboración de la presentación (16 h)

Cantidad total de horas: (614 h).

## 10. Diagrama de Activity On Node

La unidad de tiempo del diagrama AoN que se muestra en la Figura 2 esta expresada en horas.

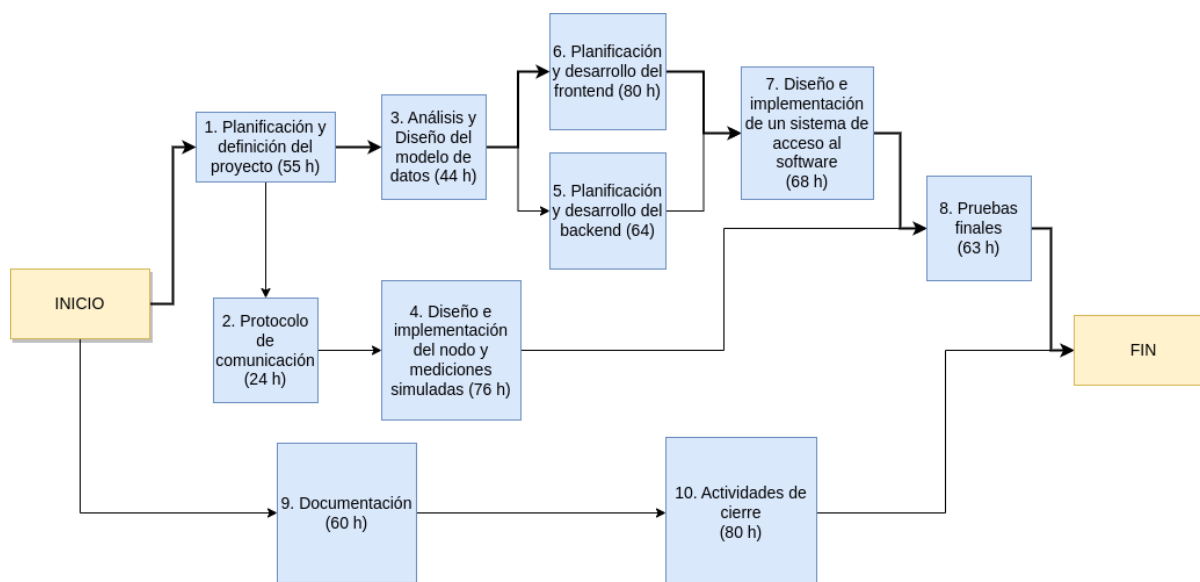


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

- El camino crítico es de 310 h y esta compuesto por la secuencia de tareas 1-3-6-7-8.
- El camino semi crítico es de 294 h y esta compuesto por la secuencia de tareas 1-3-5-7-8.

## 11. Diagrama de Gantt

En la figura 3, se muestra el desglose de tareas del diagrama de gantt.

En las figuras 4 y 5 se observa el diagrama de gantt. Se considero un recurso trabajando los días martes y jueves 4h por día y los sábados 8h.

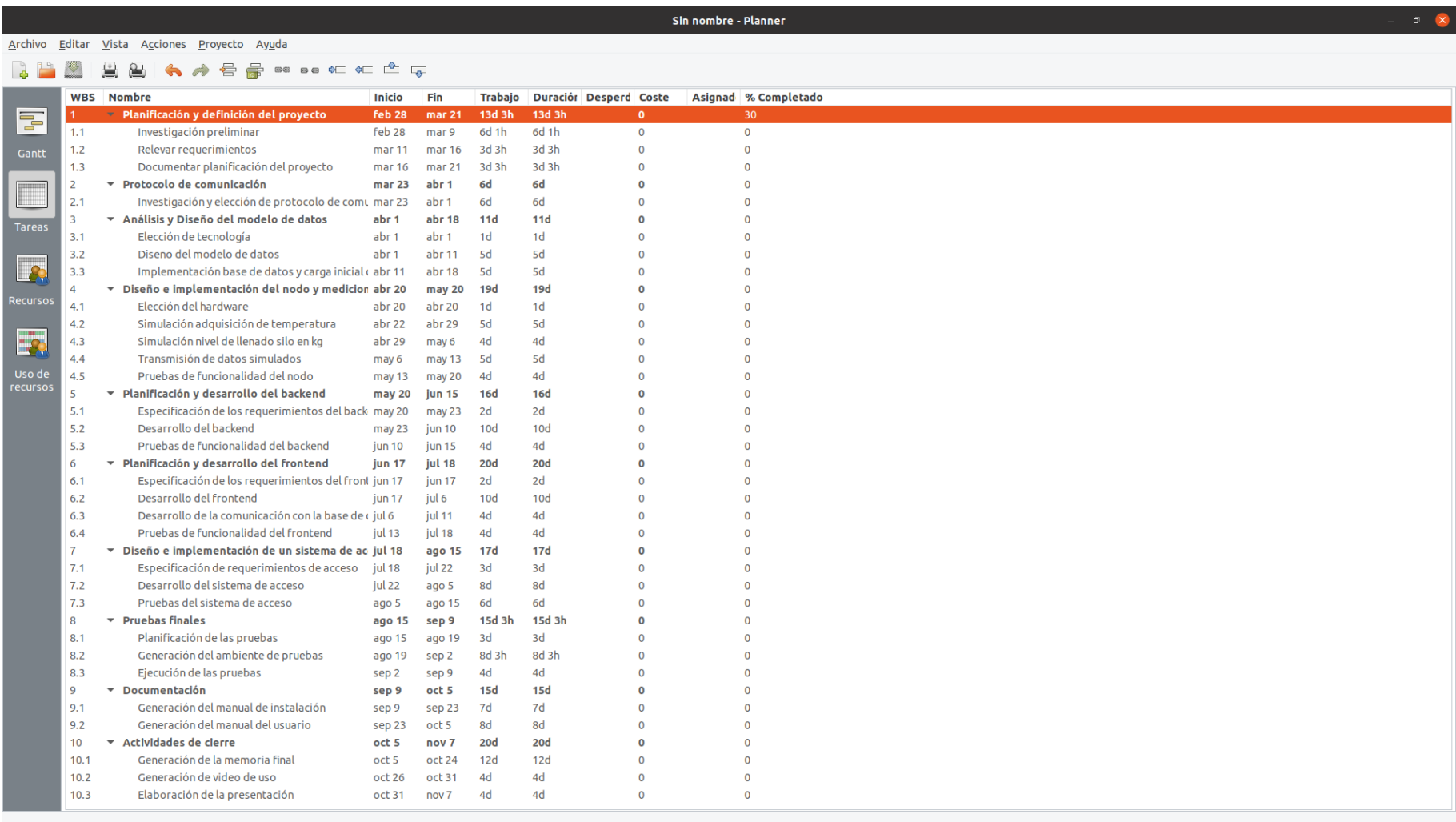


Figura 3. Tareas Diagrama de Gantt

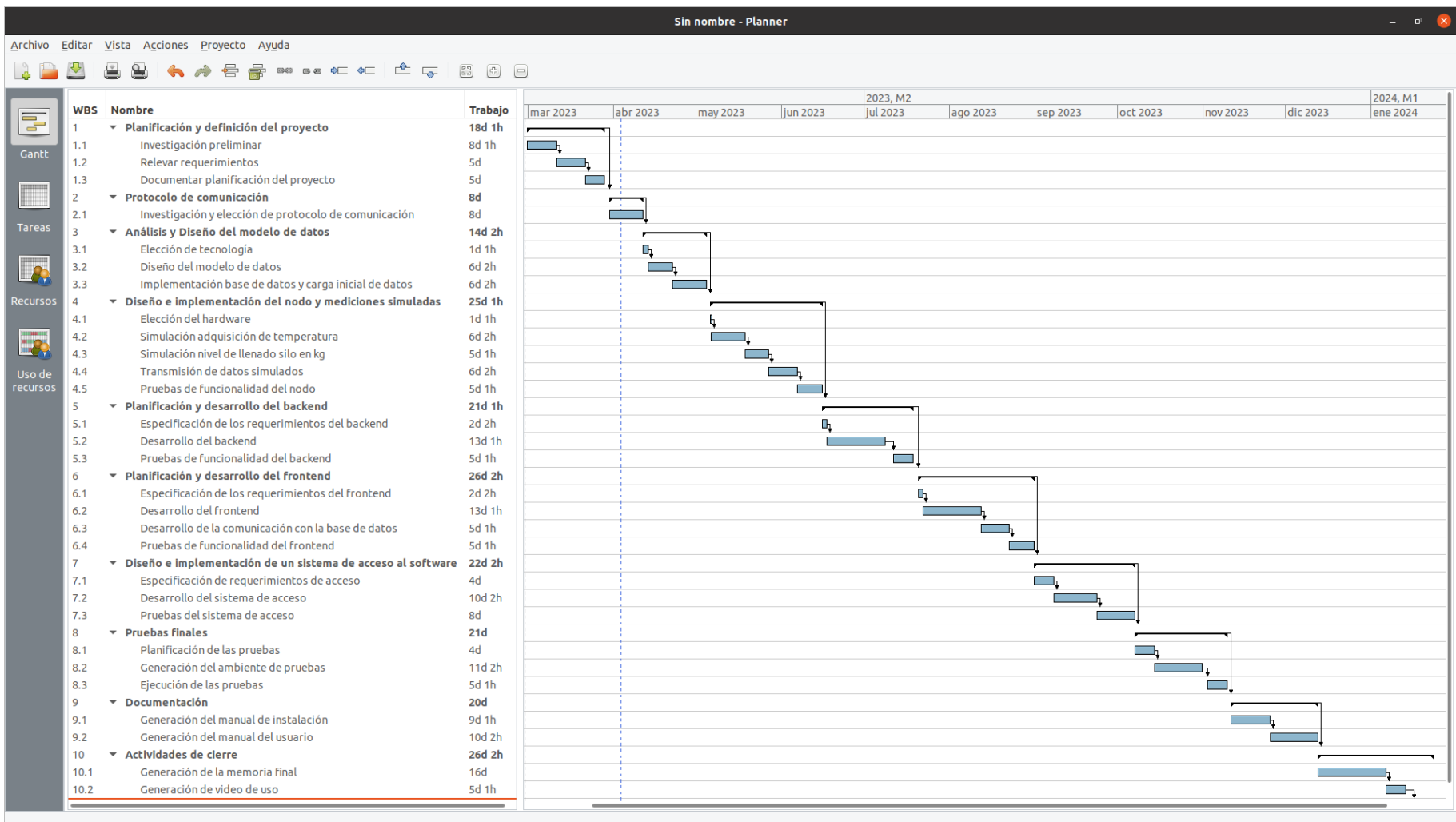


Figura 4. Diagrama de Gantt parte 1

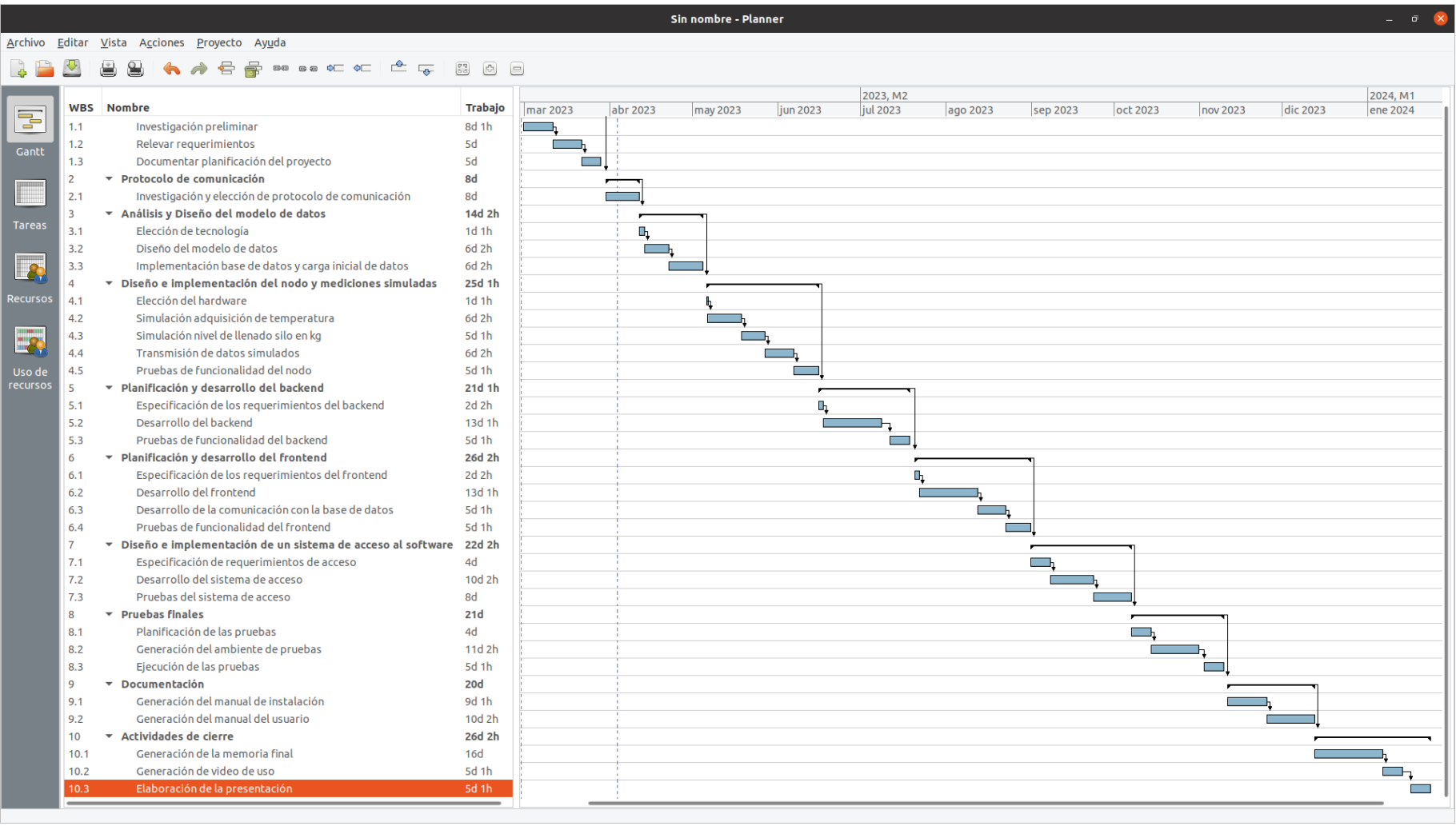


Figura 5. Diagrama de Gantt parte 2

## 12. Presupuesto detallado del proyecto

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Hardware nodos	-	150000	150000
Horas ingeniería	614	4000	2456000
Servicios cloud	-	200000	200000
Montaje y pruebas en campo	-	100000	100000
SUBTOTAL			2906000
COSTOS INDIRECTOS			
35 % de los costos directos			1017100
SUBTOTAL			1017100
TOTAL			3923100

Consideraciones:

- Los costos son estimados ya que en esta instancia del proyecto no está definido el *hardware* a utilizar
- Los valores están indicados en pesos argentinos, la tasa de cambio actual es de 1 dólar = 213.50 pesos (Banco Nación, 27 de marzo de 2023)
- El costo de la hora de ingeniería se obtiene del costo promedio de la hora para un ingeniero de software con varios años de experiencia.

## 13. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: los datos puedan ser robados o alterados por personas no autorizadas.

- Severidad (S): 8. Si los datos del proyecto son robados o alterados por personas no autorizadas, el impacto puede ser significativo para la empresa y los usuarios finales.
- Probabilidad de ocurrencia (O): 5. Si se implementan medidas de seguridad adecuadas, la ocurrencia de este riesgo puede reducirse.

Riesgo 2: no cumplir con los tiempos estipulados para la entrega.

- Severidad (S): 6. Si no se cumple con el tiempo de entrega puede retrasar la entrega al cliente y peligrar la finalización de la especialización.
- Ocurrencia (O): 3. Se dispone del tiempo estimado y un tiempo extra para llegar a los objetivos en caso de algún retraso o inconveniente.

Riesgo 3: perder los datos almacenados en la base de datos.

- Severidad (S): 7. Puede producir la pérdida de datos de clientes y pérdida de confianza en el producto.



- Ocurrencia (O): 3. Implementando los conocimientos de diseño adquiridos en la especialización se reducen las probabilidades de ocurrencia.

Riesgo 4: los usuarios finales no aceptan el sistema o lo rechazan.

- Severidad (S): 9. Si los usuarios finales no aceptan el sistema o no se involucran en su uso, el proyecto puede fallar en su objetivo.
- Ocurrencia (O): 5. La ocurrencia de este riesgo depende de la aceptación y compromiso de los usuarios finales.

Riesgo 5: fallas en la conexión entre el nodo sensor y la aplicación.

- Severidad (S): 8. Mal funcionamiento del sistema entregando datos incorrectos o con faltantes de datos.
- Ocurrencia (O): 3. El sistema se diseña implementando conocimientos de arquitectura obtenidos durante el cursado de la especialidad. Se consulta con personas capacitadas.

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como  $RPN=S \times O$ )

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*
Los datos puedan ser robados o alterados por personas no autorizadas.	8	5	40	8	2	16
No cumplir con los tiempos estipulados para la entrega.	6	3	18			
Perder los datos almacenados en la base de datos.	7	3	21			
Los usuarios finales no aceptan el sistema o lo rechazan.	9	5	45	9	3	27
Fallas en la conexión entre el nodo sensor y la aplicación.	8	3	24			

Criterio adoptado: se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 35

Nota: los valores marcados con (\*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Riesgo 1: implementar métodos de ciberseguridad aprendidos en la especialidad con el asesoramiento de expertos.

Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación:

- Severidad (S): 8. Si los datos del proyecto son robados o alterados por personas no autorizadas, el impacto puede ser significativo para la empresa y los usuarios finales.
- Ocurrencia (O): 2. Se reduce la probabilidad de ocurrencia implementando un diseño que tiene en cuenta la ciberseguridad.

Riesgo 4: involucrar a los usuarios finales desde el inicio del proyecto y considerar sus necesidades y comentarios en el diseño y desarrollo del sistema.

Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación:

- Severidad (S): 9. Si los usuarios finales no aceptan el sistema o no se involucran en su uso, el proyecto puede fallar en su objetivo.
- Ocurrencia (O): 3. Se reduce la probabilidad de ocurrencia al involucrar desde el principio del proyecto a los usuarios finales.

## 14. Gestión de la calidad

- Req #1: el sistema deberá monitorizar silos de diferentes plantas de acopio.
  - Verificación: verificar el diseño del sistema, asegurando que soporte el monitoreo y visualización de más de una planta de acopio con sus correspondientes silos.
  - Validación: una vez finalizada la interfaz de usuario verificar que el sistema muestre las plantas de acopio con los silos que están siendo monitorizados.
- Req #2: el sistema deberá obtener la temperatura de los silos y transmitirla cada 10 minutos.
  - Verificación: análisis del código de la aplicación.
  - Validación: se comprobará que un nodo sensor envíe un dato de temperatura cada 10 minutos y este valor sea visualizado en la interfaz grafica.
- Req #3: el sistema deberá obtener la cantidad en kg de cereal almacenado en un silo y transmitirlo cada 15 minutos.
  - Verificación: análisis del código de la aplicación.
  - Validación: se comprobará que un nodo sensor envíe un dato de cantidad del cereal 15 minutos y este valor sea visualizado en la interfaz grafica.
- Req #4: la interfaz gráfica se debe poder acceder por los usuarios de la empresa en diferentes computadoras.
  - Verificación: realizar pruebas de acceso a la interfaz gráfica desde diferentes dispositivos y navegadores web para asegurarse de que se cumple el requerimiento.
  - Validación: realizar una revisión conjunta con los usuarios para asegurarse de que la interfaz gráfica sea intuitiva, fácil de usar y cumpla con sus expectativas.
- Req #5: el sistema deberá transmitir los datos de forma segura desde los nodos sensores a un servidor.
  - Verificación: revisar el código y ver que estén implementadas las cuestiones protocolares relativas a una comunicación segura.
  - Validación: se pueden realizar pruebas de penetración y auditorías de seguridad para evaluar la robustez del sistema de transmisión de datos.
- Req #6: el sistema deberá generar alertas a los usuarios cuando un silo supere una determinada temperatura.
  - Verificación: se pueden realizar pruebas de simulación de diferentes temperaturas y verificar que el sistema esté enviando y mostrando las alertas correspondientes.
  - Validación: se pueden realizar pruebas de campo en la instalación del sistema y simular situaciones reales en las que un silo supere una determinada temperatura para asegurarse de que el sistema esté generando alertas de manera efectiva.

- Req #7: el sistema deberá almacenar el historial de mediciones por cada silo en una base de datos.
  - Verificación: verificar la estructura de base de datos para confirmar que puede almacenar los datos de los silos.
  - Validación: validar que la información almacenada en la base de datos es precisa y actualizada. Validar que el sistema puede acceder a los datos almacenados.
- Req #8: el sistema deberá mostrar el historial de mediciones de un silo.
  - Verificación: verificar que la base de datos permite almacenar y acceder al histórico de mediciones de un silo.
  - Validación: comprobar con el usuario que las interfaces gráficas permite mostrar datos almacenados de un silo y que los datos son correctos.
- Req #9: el sistema deberá mostrar todos los silos de una planta indicando si las mediciones de temperatura de un silo están fuera de un rango establecido.
  - Verificación: verificar que el sistema permite obtener los datos solicitados para mostrar.
  - Validación: validar con el usuario la interfaz gráfica comprobando que cubre las necesidades del cliente.
- Req #10: el sistema debe estar protegido contra el acceso no autorizado.
  - Verificación: revisar el diseño del sistema y la implementación de medidas de seguridad para garantizar que solo los usuarios autorizados puedan acceder al sistema.
  - Validación: revisión de las políticas de seguridad de la empresa. Prueba de penetración en el sistema para validar que se han implementado medidas de seguridad efectivas para proteger el sistema contra el acceso no autorizado.

## 15. Procesos de cierre

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el plan de proyecto original:
  - Se realizará un análisis del grado de cumplimiento de objetivos y requerimientos.
  - Se verificará si se ha cumplido con los cronogramas, uso de recursos y presupuesto originalmente planteados.Encargado: Lucas Olmedo
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se emplearon, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron:
  - Se incluirá en la memoria un detalle de los problemas encontrados y las soluciones implementadas.Encargado: Lucas Olmedo
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores:
  - Se realizara una presentación del proyecto y se agradecerá a todos los involucrados.Encargado: Lucas Olmedo