



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Sistema de control y monitoreo de riego

Autor:

Ariel Alejandro Cerfoggia

Director:

Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti (ITBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 23 de octubre de 2020 y el 11 de diciembre de 2020.*

Índice

Registros de cambios	3
Acta de constitución del proyecto.	4
Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
Identificación y análisis de los interesados.	6
1. Propósito del proyecto.	7
2. Alcance del proyecto	7
3. Supuestos del proyecto.	7
4. Requerimientos	8
Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>)	8
5. Entregables principales del proyecto	9
6. Desglose del trabajo en tareas	10
7. Diagrama de Activity On Node	11
8. Diagrama de Gantt.	11
9. Matriz de uso de recursos de materiales	12
10. Presupuesto detallado del proyecto	14
11. Matriz de asignación de responsabilidades	14
12. Gestión de riesgos.	15
13. Gestión de la calidad	16
14. Comunicación del proyecto	16
15. Gestión de compras.	16
16. Seguimiento y control.	16
17. Procesos de cierre.	17

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	23/10/2020
1.1	Incorporación de incisos 1 a 6	03/11/2020
1.2	Incorporación de historias de usuario Incorporación de activity on node Corrección de incisos 1 a 6	11/11/2020

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 23 de octubre de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Ariel Alejandro Cerfoggia que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Sistema de control y monitoreo de riego”, consistirá esencialmente en el prototipo de un sistema para el control y monitoreo de riego en campos de producción agropecuaria, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y 400.000 pesos, con fecha de inicio 23 de octubre de 2020 y fecha de presentación pública 19 de Octubre de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani
Smartium S.A

Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti
Director del Trabajo Final

Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

La revolución 4.0 es una realidad cada vez más cercana. El mercado del internet de las cosas crece a ritmos acelerados, permitiendo la conectividad de cada vez más dispositivos. El sector agropecuario no ha sido ajeno a estos cambios, y en los recientes años han surgido un creciente número de empresas agtech, vinculadas a la tecnología para la agricultura.

Este proyecto pretende realizar un sistema de control y monitoreo de riego que sea incorporado a un sistema de monitoreo preexistente de una empresa agtech. Se ampliará su funcionalidad y brindará al productor agropecuario un mejor manejo del agua en sus cultivos.

El sistema se comunicará de forma inalámbrica con un servidor en la empresa Smartium S.A. Podrá recibir y transmitir datos desde y hacia el mismo, respectivamente. El protocolo utilizado en dicha comunicación será el protocolo LoRa, caracterizado por su eficiencia para transmitir información a largas distancias y con baja potencia; resulta especialmente útil en zonas sin cobertura celular. En la figura 1 se muestra la estructura básica de la red LoRa.

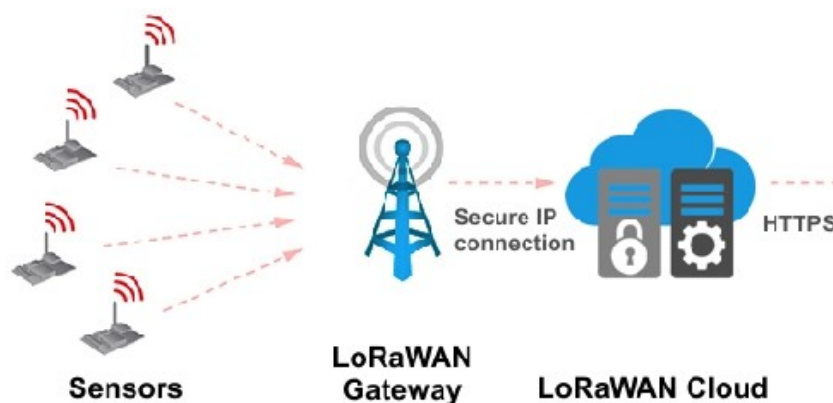


Figura 1. Estructura de una red LoRa

El control del riego se realizará por medio de sensores y actuadores que permitirán un funcionamiento autónomo del sistema. Los actuadores consistirán en siete electroválvulas y una bomba de riego trifásica que serán accionados de manera indirecta por sus correspondientes relés. El sensado se realizará con hasta 8 sensores de presión o caudal, los cuales permitirán conocer el estado del circuito hidráulico.

Una pantalla táctil desplegará la información importante del sistema y su configuración de forma local. La gestión de las reglas de control de riego se realizará desde un servidor por un técnico o personal especializado. Esto permitirá al operario utilizar el sistema de un modo intuitivo y con un rápido acceso a la información importante.

Por último, un subsistema dedicado al diagnóstico y gestión de fallas, alertará de manera local y remota en caso de errores en el funcionamiento.

Se espera con este proyecto brindar un prototipo de un producto confiable, intuitivo y que mejore la gestión del agua por parte de los productores agropecuarios. En la figura 2 se presenta un diagrama del sistema completo.

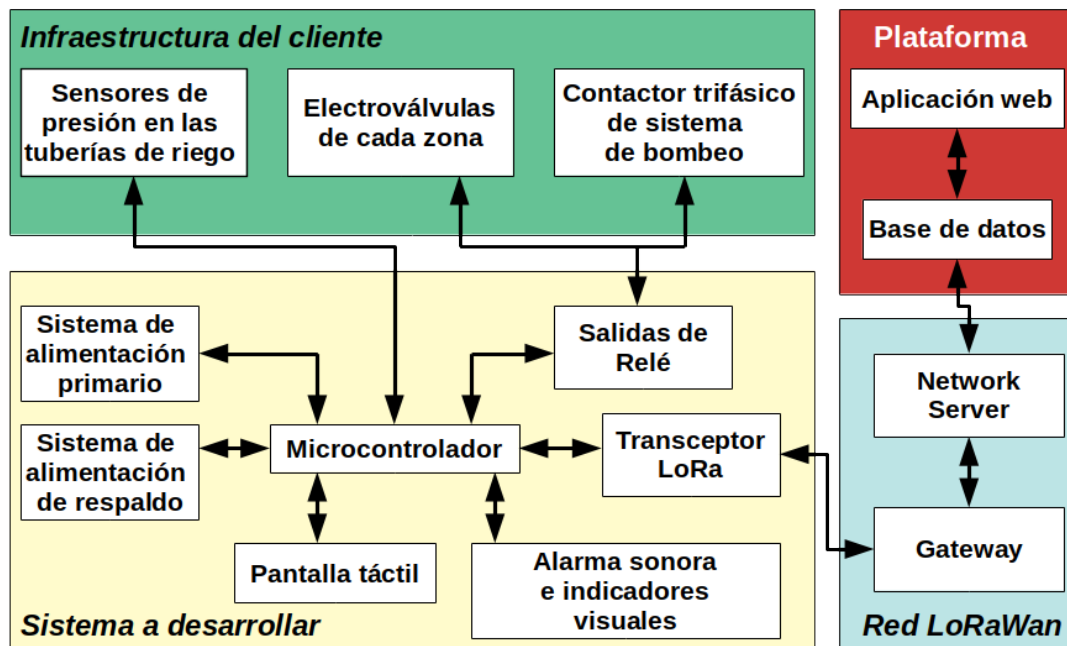


Figura 2. Diagrama en bloques del sistema

Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante, cliente e impulsor.	Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani	Smartium S.A	Director de Ingeniería
Responsable	Ariel Alejandro Cerfoggia	FIUBA	Alumno
Colaboradores	-	-	-
Orientador	Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti	ITBA	Director Trabajo final
Equipo	-	-	-
Opositores	-	-	-
Usuario final	Productores agropecuarios	-	-

- Cliente: El cliente dispone de poco tiempo.

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es el prototipado de un sistema de control y monitoreo de riego. El objetivo del prototipo es la creación de un producto que permita extender las prestaciones del servicio de monitoreo que brinda la empresa Smartium S.A.

2. Alcance del proyecto

El proyecto incluirá:

- Control automático de riego.
- Sistema de detección de fallas.
- Comunicación con servidor desde red LoRa.
- Sistema de alimentación secundario.
- Interfaz gráfica.
- Soporte para control y configuración desde un servidor remoto.
- Página web en servidor con funcionalidad mínima para control y visualización de datos importantes.

El presente proyecto no incluye:

- Sensores remotos.
- Pagina web completa con capacidad para gestionar todas las configuraciones disponibles.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El proyecto puede ser desarrollado en tiempo y forma en base a un análisis previo.
- El cliente proveerá el hardware necesario para realizar el desarrollo.

4. Requerimientos

1. *Hardware:*

- 1.1. El sistema debe poder accionar desde 1 (una) hasta 8 (ocho) electroválvulas.
- 1.2. El sistema debe ser capaz de activar y desactivar el contactor de una bomba de riego trifásica.
- 1.3. Se deben poder manejar entre 1 (uno) y 7 (siete) sensores de presión o caudal.
- 1.4. El sistema debe tener conexión con una red LoRaWAN.
- 1.5. En caso de interrupción del suministro eléctrico, el sistema deberá funcionar por hasta 2 semanas solo con alertas sonoras y envío de notificaciones al servidor.

2. *Firmware:*

- 2.1. Debe poder recibir y transmitir datos desde y hacia una base de datos.
- 2.2. Debe poder configurar rutinas de riego. Cada rutina de riego tendrá una fecha de inicio y una fecha de finalización.
- 2.3. Debe detectar la falta de conectividad con la red LoRaWAN.
- 2.4. Debe ejecutar acciones solicitadas desde un servidor.

3. *Interfaz gráfica:*

- 3.1. Debe ser aprobada por el cliente.
- 3.2. Debe ser intuitiva y fácil de entender.
- 3.3. Debe mostrar los datos de los sensores de presión y caudal.
- 3.4. Debe mostrar el estado de las electroválvulas.
- 3.5. Debe mostrar el estado de la bomba de riego.

Historias de usuarios (*Product backlog*)

1. Como ingeniero agrónomo, quiero controlar remotamente el riego para aumentar la calidad en los cultivos.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
1	13	13	8

2. Como ingeniero agrónomo, quiero gestionar rutinas de riego para organizar las plantaciones.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
3	8	8	3

3. Como ingeniero agrónomo, quiero estar al tanto de los problemas para reducir riesgos.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
5	21	21	21

4. Como operario, quiero conocer la información importante de un modo sencillo para dar una rápida respuesta al supervisor.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
13	3	3	13

5. Como dueño del campo, quiero consultar de un modo simple el estado del riego para tomar decisiones estratégicas.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
2	2	5	5

6. Como ingeniero agrónomo, quiero que el sistema me informe de fallas en el suministro eléctrico para replanificar el riego.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
21	1	1	1

7. Como operario, quiero poder regar en caso de pérdida de conexión con el servidor para terminar con las tareas del día.

<i>History points</i>			
Conocimiento	Complejidad	Volumen	Incertidumbre
8	5	2	2

5. Entregables principales del proyecto

- Diagrama esquemático.
- Código fuente.
- Video demostrativo.
- Informe final.

6. Desglose del trabajo en tareas

1. **Planificación:** 50hs

- 1.1. Redacción de planificación: 30hs
- 1.2. Análisis y validación con cliente : 5hs
- 1.3. Diseño de arquitectura y validación: 15hs

2. **Firmware:** 322hs

- 2.1. Asimilación de herramientas a utilizar: 30hs
- 2.2. Estructura base: 60hs
 - 1) Driver de sensores de presión: 15hs
 - 2) Driver de caudalímetros: 15hs
 - 3) Tareas base: 30hs
- 2.3. Gestor de rutinas de riego: 30hs
- 2.4. Integración a Firmware 0.1v: 2hs
- 2.5. Interfaz Gráfica: 40hs
- 2.6. Integración a Firmware 0.2v: 2hs
- 2.7. Decodificador de mensajes externos[básico]: 30hs
- 2.8. Integración a Firmware 0.3v: 2hs
- 2.9. Monitor de fallas y driver LoRaWAN: 30hs
- 2.10. Integración a Firmware 0.4v: 2hs
- 2.11. Gestor de reglas de control: 40hs
- 2.12. Integración a Firmware 1.0v: 4hs
- 2.13. Decodificador de mensajes externo[Completo]: 50hs

3. **Hardware:** 140hs

- 3.1. Diseño de sistema de alimentación primaria: 10hs
- 3.2. Diseño de sistema de alimentación secundaria: 30hs
- 3.3. Análisis de proveedores: 20hs
- 3.4. Desarrollo de placa completa: 80hs
 - 1) Diseño de Esquemático: 40hs
 - 2) Diseño de PCB: 40hs

4. **Web:** 60hs

- 4.1. Investigación y asimilación de herramientas: 30hs
- 4.2. Diseño de interfaz web: 30hs

5. **Redacción de informe final:** 60hs

Cantidad total de horas: 632hs

7. Diagrama de Activity On Node

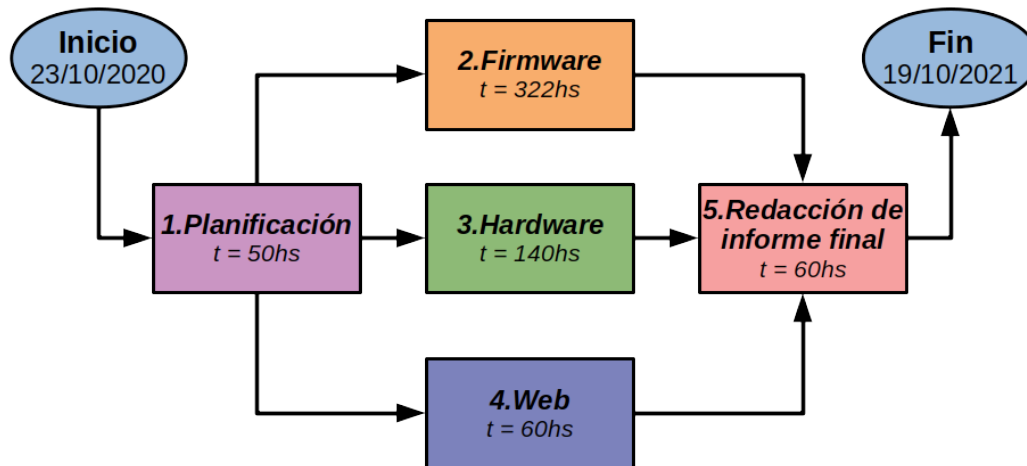


Figura 3. Diagrama en *Activity on Node*

8. Diagrama de Gantt

Utilizar el software Ganttter for Google Drive o alguno similar para dibujar el diagrama de Gantt.

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de gantt, entre las cuales destacamos:

- Planner
- GanttProject
- Trello + *plugins*. En el siguiente link hay un tutorial oficial:
<https://blog.trello.com/es/diagrama-de-gantt-de-un-proyecto>
- Creately, herramienta online colaborativa.
<https://creately.com/diagram/example/ieb3p3ml/LaTeX>
- Se puede hacer en latex con el paquete *pgfgantt*
<http://ctan.dcc.uchile.cl/graphics/pgf/contrib/pgfgantt/pgfgantt.pdf>

Pegar acá una captura de pantalla del diagrama de Gantt, cuidando que la letra sea suficientemente grande como para ser legible. Si el diagrama queda demasiado ancho, se puede pegar primero la “tabla” del Gantt y luego pegar la parte del diagrama de barras del diagrama de Gantt.

Configurar el software para que en la parte de la tabla muestre los códigos del EDT (WBS).
Configurar el software para que al lado de cada barra muestre el nombre de cada tarea.
Revisar que la fecha de finalización coincida con lo indicado en el Acta Constitutiva.

En la figura 4, se muestra un ejemplo de diagrama de gantt realizado con el paquete de *pgfgantt*.
En la plantilla pueden ver el código que lo genera y usarlo de base para construir el propio.

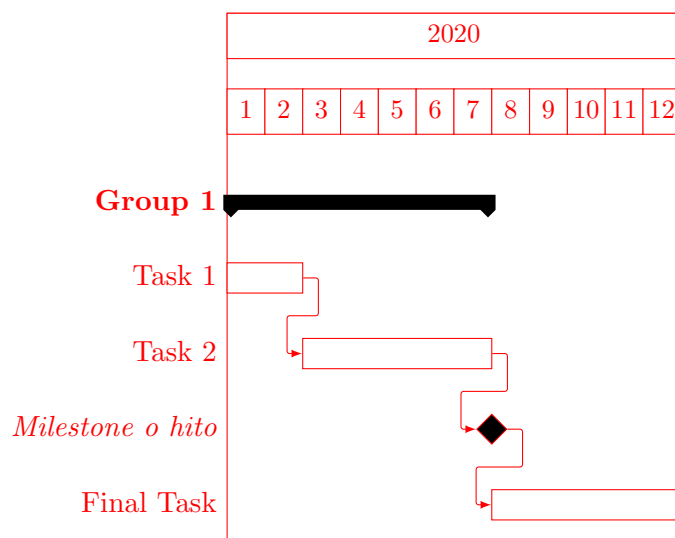


Figura 4. Diagrama de gantt de ejemplo

9. Matriz de uso de recursos de materiales

Página 13 de 17

10. Presupuesto detallado del proyecto

Si el proyecto es complejo entonces separarlo en partes:

- Un total global, indicando el subtotal acumulado por cada una de las áreas.
- El desglose detallado del subtotal de cada una de las áreas.

IMPORTANTE: No olvidarse de considerar los **COSTOS INDIRECTOS**.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
SUBTOTAL			
TOTAL			

11. Matriz de asignación de responsabilidades

Establecer la matriz de asignación de responsabilidades y el manejo de la autoridad completando la siguiente tabla:

Código WBS	Nombre de la tarea	Listar todos los nombres y roles del proyecto			
		Responsable Ariel Alejandro Cerfoggia	Orientador Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti	Equipo Nombre de alguien	Cliente Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani

Referencias:

- P = Responsabilidad Primaria
- S = Responsabilidad Secundaria
- A = Aprobación
- I = Informado
- C = Consultado

Una de las columnas debe ser para el Director, ya que se supone que participará en el proyecto. A su vez se debe cuidar que no queden muchas tareas seguidas sin “A” o “I”.

Importante: es redundante poner “I/A” o “I/C”, porque para aprobarlo o responder consultas primero la persona debe ser informada.

12. Gestión de riesgos

a) Identificación de los riesgos (al menos cinco) y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: detallar el riesgo (riesgo es algo que si ocurre altera los planes previstos)

- Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S).
- Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

Riesgo 3:

- Severidad (S):
- Ocurrencia (O):

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

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*

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

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: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación). Nueva asignación de S y O, con su respectiva justificación: - Severidad (S): mientras más severo, más alto es el número (usar números del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de severidad (S). - Probabilidad de ocurrencia (O): mientras más probable, más alto es el número (usar del 1 al 10). Justificar el motivo por el cual se asigna determinado número de (O).

Riesgo 2: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

Riesgo 3: plan de mitigación (si por el RPN fuera necesario elaborar un plan de mitigación).

13. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- Req #1: copiar acá el requerimiento.

Verificación y validación:

- Verificación para confirmar si se cumplió con lo requerido antes de mostrar el sistema al cliente. Detallar
- Validación con el cliente para confirmar que está de acuerdo en que se cumplió con lo requerido. Detallar

Tener en cuenta que en este contexto se pueden mencionar simulaciones, cálculos, revisión de hojas de datos, consulta con expertos, mediciones, etc.

14. Comunicación del proyecto

El plan de comunicación del proyecto es el siguiente:

PLAN DE COMUNICACIÓN DEL PROYECTO					
¿Qué comunicar?	Audiencia	Propósito	Frecuencia	Método de comunicac.	Responsable

15. Gestión de compras

En caso de tener que comprar elementos o contratar servicios: a) Explique con qué criterios elegiría a un proveedor. b) Redacte el Statement of Work correspondiente.

16. Seguimiento y control

Para cada tarea del proyecto establecer la frecuencia y los indicadores con los se seguirá su avance y quién será el responsable de hacer dicho seguimiento y a quién debe comunicarse la situación (en concordancia con el Plan de Comunicación del proyecto).

El indicador de avance tiene que ser algo medible, mejor incluso si se puede medir en % de avance. Por ejemplo, se pueden indicar en esta columna cosas como “cantidad de conexiones ruteadas” o “cantidad de funciones implementadas”, pero no algo genérico y ambiguo como “%”, porque el lector no sabe porcentaje de qué cosa.

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.
1.1	Fecha de inicio	Única vez al comienzo	Ariel Alejandro Cerfoggia	Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani, Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti	email
2.1	Avance de las sub-tareas	Mensual mientras dure la tarea	Ariel Alejandro Cerfoggia	Prof. Mg. Ing. Osvaldo P. Ivani, Esp. Ing. Nelson Ariel Fortunatti	email

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.

17. Procesos de cierre

Establecer las pautas de trabajo para realizar una reunión final de evaluación del proyecto, tal que contemple las siguientes actividades:

- Pautas de trabajo que se seguirán para analizar si se respetó el Plan de Proyecto original: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento a aplicar.
- Identificación de las técnicas y procedimientos útiles e inútiles que se utilizaron, y los problemas que surgieron y cómo se solucionaron: - Indicar quién se ocupará de hacer esto y cuál será el procedimiento para dejar registro.
- Indicar quién organizará el acto de agradecimiento a todos los interesados, y en especial al equipo de trabajo y colaboradores: - Indicar esto y quién financiará los gastos correspondientes.