



# Robot de exploración ambiental

Autor:

Ing. Gonzalo F. Carreño

Director:

DIRECTOR (pertenencia)

Codirector:

CODIRECTOR (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 13 de marzo de 2023 y el 18 de mayo de 2023.*

## Índice

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

## Registros de cambios

| Revisión | Detalles de los cambios realizados                               | Fecha               |
|----------|------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 0        | Creación del documento                                           | 13 de marzo de 2023 |
| 1        | Se completa hasta el punto 5 inclusive                           | 14 de marzo de 2023 |
| 2        | Se completa hasta el punto 9 inclusive y se agregan correcciones | 21 de marzo de 2023 |

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 13 de marzo de 2023

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Ing. Gonzalo F. Carreño que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Robot de exploración ambiental”, consistirá esencialmente en la implementación de un prototipo de un sistema embebido para un dispositivo móvil controlado a distancia con funcionalidades que permiten explorar el entorno, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 h de trabajo y \$14.000, con fecha de inicio 13 de marzo de 2023 y fecha de presentación pública 20 de noviembre de 2023.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Dr. Ing. Ariel Lutenberg | - |
| Director posgrado FIUBA  | - |

DIRECTOR  
Director del Trabajo Final

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

El presente proyecto es un emprendimiento personal que busca volcar los conocimientos aprendidos de diseño y programación de sistemas embebidos tomando como caso de uso un robot de exploración ambiental.

En una primera el dispositivo versión tendrá las funciones básicas de poder desplazarse, sensar el medio ambiente, ser controlado por un mando a distancia de manera cableada y comunicar las diferentes mediciones al control de mandos para su visualización.

**Estado del arte:** los robots exploradores son dispositivos robotizados que han sido creados con el fin de reconocer y explorar un lugar o terreno siendo capaces de moverse de forma autónoma o controlados por personas a control remoto. Su objetivo es evitar poner en riesgo la vida de los humanos, ya sea debido a que el lugar es inaccesible o porque se encuentra en una zona contaminada. Tienen como finalidad hacer reconocimiento allí en donde el hombre no puede llegar por ser una zona inaccesible o porque supondría un peligro para la salud. También son utilizados en lugares de difícil acceso, a donde sí que podría llegar una persona solo que empleando más tiempo y recursos económicos. Una de sus principales características es que están diseñados para moverse por terrenos con alta dificultad para desplazarse. En función de las necesidades del entorno en el que van a trabajar, disponen de diferentes sistemas de motricidad, como son los bípedos o cuadrúpedos, a los que hay sumar los que se mueven por medio de una oruga. En cuanto a la forma de control, se pueden manejar por control remoto, habiendo equipos más sofisticados que gracias a aplicaciones controladas por Inteligencia Artificial están preparados para desplazarse y tomar decisiones de forma autónoma. Algunos de los tipos de robots exploradores más conocidos son: robots exploradores espaciales, robots exploradores de minas, robots exploradores de rescate en catástrofes, robots exploradores de tuberías, robots exploradores acuáticos y/o submarinos, etc.

En el siguiente diagrama se puede apreciar el diseño a alto nivel del sistema embebido del robot.

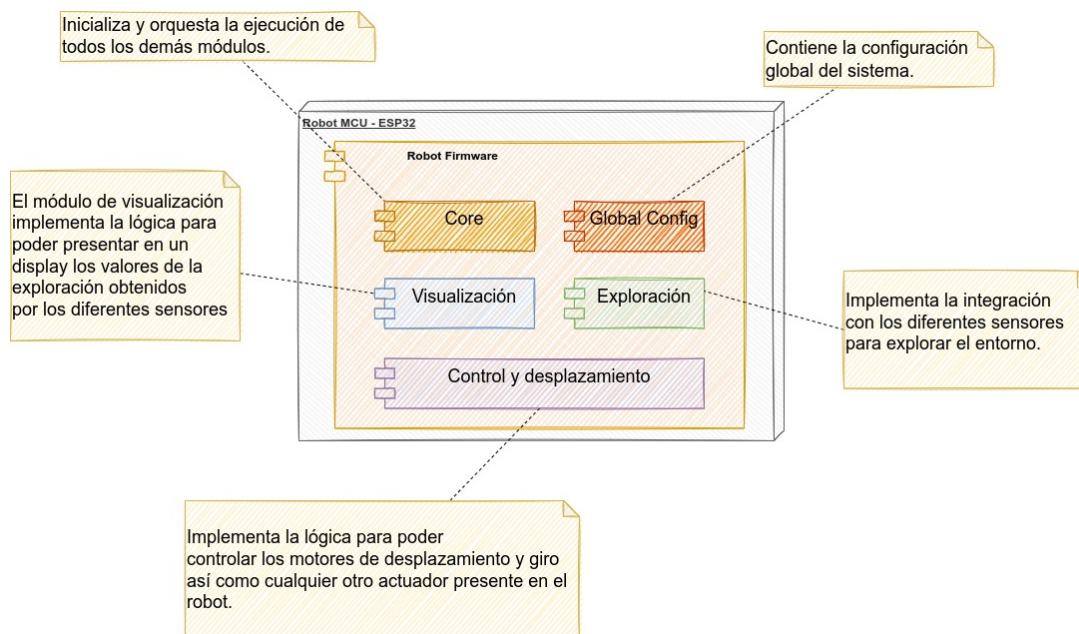


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

## 2. Identificación y análisis de los interesados

A continuación se enumeran los diferentes roles e individuos que participarán en el proyecto.

| Rol         | Nombre y Apellido       | Organización | Puesto                 |
|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|
| Cliente     | -                       | -            | -                      |
| Responsable | Ing. Gonzalo F. Carreño | FIUBA        | Alumno                 |
| Orientador  | DIRECTOR                | pertenencia  | Director Trabajo final |

## 3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es volcar en un caso de la industria los conocimientos más importantes aprendidos en la especialización de sistemas embebidos.

Finalmente, cabe destacar, que si bien el robot de exploración ambiental del presente proyecto es una implementación abstracta con a funcionalidades genéricas (detalladas más adelante en la sección Alcance del Proyecto), su arquitectura podría ser extrapolada a casos de uso más interesantes y de valor en la industria como por ejemplo la exploración de suelos en el agro, la exploración submarina para la perforación de pozos de petróleo, o los antes mencionados en el estado del arte.

## 4. Alcance del proyecto

Las funcionalidades incluidas en el alcance del proyecto serán:

- Sistema de desplazamiento terrestre.
- Operaciones de exploración (como por ejemplo medición de humedad, temperatura, presencia de gas, etc).
- Visualización de estado de exploración (lecturas de los sensores).
- Sistema de control por medio de un Joystick cableado.

Queda fuera del alcance:

- cualquier función de visión desde el robot,
- el uso de comunicación inalámbrica entre el robot y el puesto de mandos,
- cualquier otra función no contemplada en este alcance.

## 5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- será posible conseguir los componentes materiales necesarios,
- se dispondrá del conjunto de librerías, drivers y APIs de bajo nivel para el desarrollo de las funcionalidades planteadas en el alcance sin ser necesario el desarrollo de drivers y dichos componentes de bajo nivel,
- los componentes open source de la comunidad de software libre utilizados a bajo nivel para el acceso al hardware de sensores y actuadores se encontrara estable para que su integración en el proyecto no resulte en desvíos,
- tanto el prototipado de los componentes de software del sistema embebido como el ensamblado de los componentes de hardware del dispositivo no producirán desvíos considerables en el plan,
- no habrá desvíos otros desvios no contemplados en el plan que impidan o demoren entregas en el proyecto,
- el comité académico encargado de la corrección tendrá disponibilidad para realizar la evaluación en las fechas planificadas de entrega,
- el director asignado tendrá la disponibilidad de tiempo para darle seguimiento al proyecto.

## 6. Requerimientos

Los requerimientos deben numerarse y de ser posible estar agruparlos por afinidad, por ejemplo:

1. Requerimientos funcionales
  - 1.1. El sistema debe...
  - 1.2. Tal componente debe...
  - 1.3. El usuario debe poder...
2. Requerimientos de documentación
  - 2.1. Requerimiento 1
  - 2.2. Requerimiento 2 (prioridad menor)
3. Requerimiento de testing...
4. Requerimientos de la interfaz...
5. Requerimientos interoperabilidad...
6. etc...

Leyendo los requerimientos se debe poder interpretar cómo será el proyecto y su funcionalidad.

Indicar claramente cuál es la prioridad entre los distintos requerimientos y si hay requerimientos opcionales.

No olvidarse de que los requerimientos incluyen a las regulaciones y normas vigentes!!!

Y al escribirlos seguir las siguientes reglas:

- Ser breve y conciso (nadie lee cosas largas).
- Ser específico: no dejar lugar a confusiones.
- Expresar los requerimientos en términos que sean cuantificables y medibles.

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

Descripción: En esta sección se deben incluir las historias de usuarios y su ponderación (*history points*). Recordar que las historias de usuarios son descripciones cortas y simples de una característica contada desde la perspectiva de la persona que desea la nueva capacidad, generalmente un usuario o cliente del sistema. La ponderación es un número entero que representa el tamaño de la historia comparada con otras historias de similar tipo.

El formato propuesto es: ¿como [rol] quiero [tal cosa] para [tal otra cosa].”

Se debe indicar explícitamente el criterio para calcular los *story points* de cada historia

## 8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son (ejemplo):

- Manual de uso
- Diagrama de circuitos esquemáticos
- Código fuente del firmware
- Diagrama de instalación
- Informe final
- etc...

## 9. Desglose del trabajo en tareas

El WBS debe tener relación directa o indirecta con los requerimientos. Son todas las actividades que se harán en el proyecto para dar cumplimiento a los requerimientos. Se recomienda mostrar el WBS mediante una lista indexada:

1. Grupo de tareas 1
  - 1.1. Tarea 1 (tantas h)
  - 1.2. Tarea 2 (tantas hs)
  - 1.3. Tarea 3 (tantas h)



## 2. Grupo de tareas 2

2.1. Tarea 1 (tantas h)

2.2. Tarea 2 (tantas h)

2.3. Tarea 3 (tantas h)

## 3. Grupo de tareas 3

3.1. Tarea 1 (tantas h)

3.2. Tarea 2 (tantas h)

3.3. Tarea 3 (tantas h)

3.4. Tarea 4 (tantas h)

3.5. Tarea 5 (tantas h)

Cantidad total de horas: (tantas h)

Se recomienda que no haya ninguna tarea que lleve más de 40 h.

## 10. Diagrama de Activity On Node

Armar el AoN a partir del WBS definido en la etapa anterior.

Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semicríticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color, como se muestra en el siguiente ejemplo:

## 11. Diagrama de Gantt

Existen muchos programas y recursos *online* para hacer diagramas de Gantt, entre los 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 3, 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.

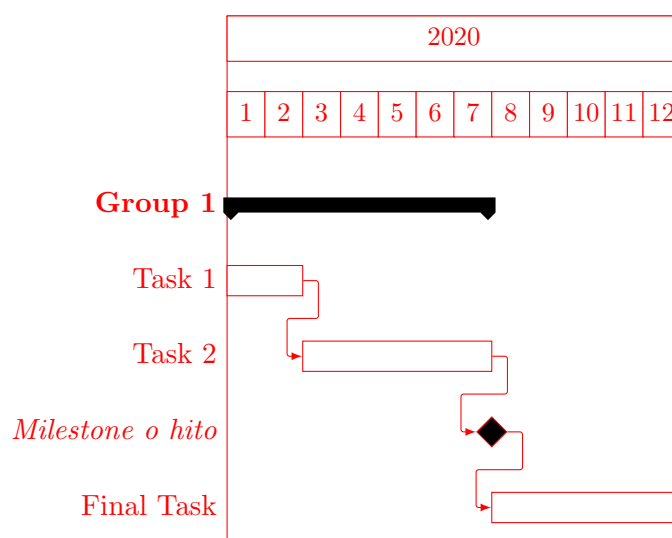


Figura 3. Diagrama de Gantt de ejemplo

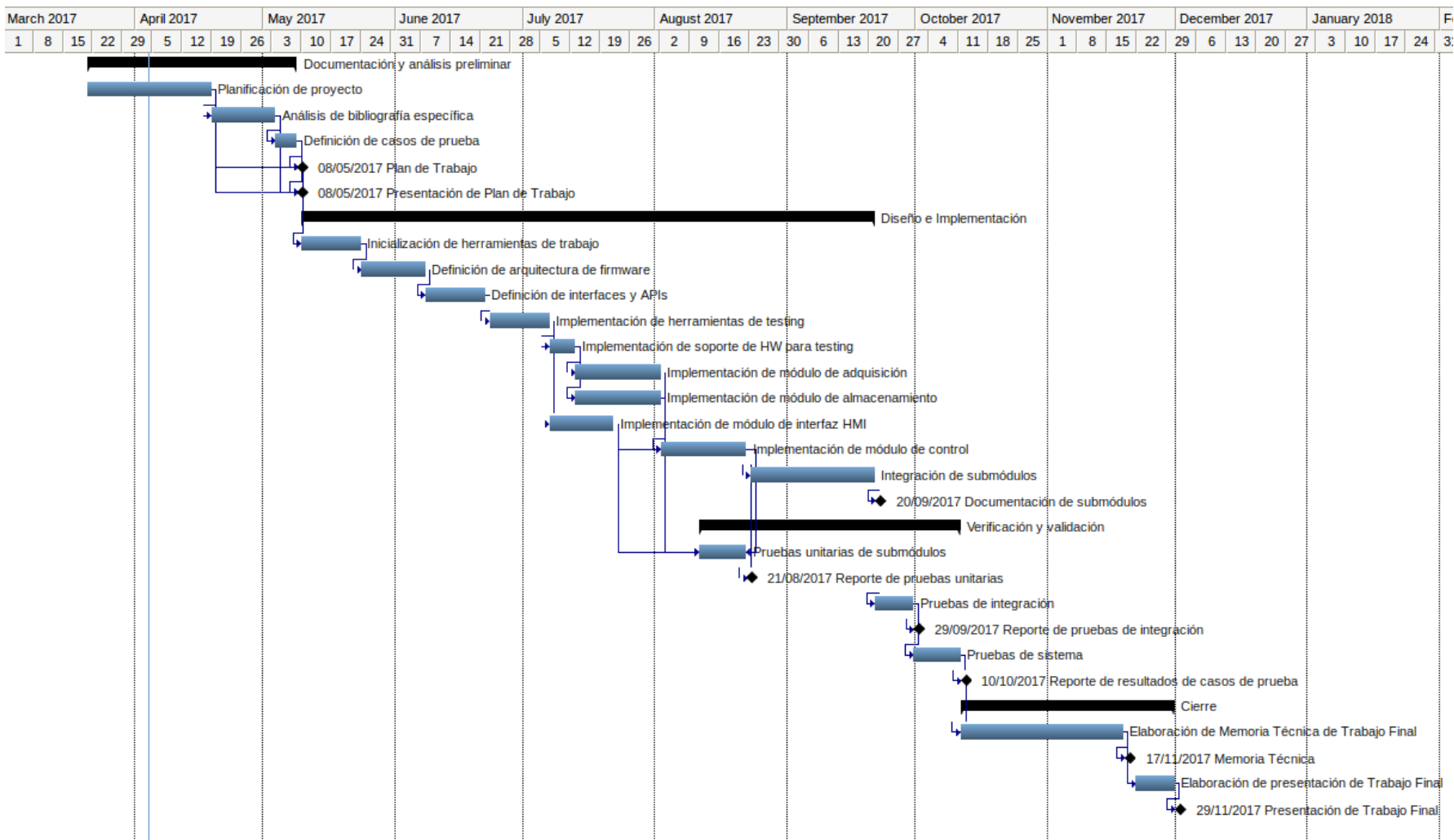


Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

## 12. 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             |          |                |             |

## 13. 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 de forma negativa)

- 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).

## 14. Gestión de la calidad

Para cada uno de los requerimientos del proyecto indique:

- Req #1: copiar acá el requerimiento.
  - 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. Las acciones de verificación suelen considerar al entregable como “caja blanca”, es decir se conoce en profundidad su funcionamiento interno. En cambio, las acciones de validación suelen considerar al entregable como “caja negra”, es decir, que no se conocen los detalles de su funcionamiento interno.

## 15. 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 emplearon, 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.