



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Manejo Autónomo de Maquinaria Agrícola Utilizando Visión e Inteligencia Artificial - Multiview CNNs

Autor:

Francisco Tinelli

Director:

Pablo Farreras (CEO de SUPORTRONICS SRL)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 05 de marzo de 2021 y el 30 de abril de 2021.*

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

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	27/06/2020
1.1	Avances en alguna cosa	dd/mm/aaaa
1.2	Otro ejemplo Con texto partido En varias líneas A propósito	dd/mm/aaaa

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 05 de marzo de 2021

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Francisco Tinelli que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Manejo Autónomo de Maquinaria Agrícola Utilizando Visión e Inteligencia Artificial - Multiview CNNs”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema de manejo autónomo de maquinaria agrícola mediante la utilización de visión e inteligencia artificial, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y recursos económicos brindados por la empresa, con fecha de inicio 05 de marzo de 2021 y fecha de presentación pública ?? de diciembre de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Pablo Farreras
SUPPORTRONICS

Pablo Farreras
Director del Trabajo Final

Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

■ Misión de la Empresa

Supportronics SRL se enfoca en aumentar la competitividad de las empresas de sus clientes, a través de innovación tecnológica en electrónica y software.

La experiencia técnica y focalización en dirección de proyectos de su equipo, permite obtener la mejor relación costo-calidad. Además, posee socios estratégicos localizadas en Estados Unidos, Alemania y China, posibilitando la optimización de todos los procesos de interacción y comunicación.

■ Vinculación del proyecto

Dicho proyecto está directamente vinculado con la empresa ya que integra muchos de los conceptos antes mencionados obteniendo como resultado un producto final competente para el mercado.

Este proyecto consistirá en la mejora de un producto comercial del cliente que ya se encuentra disponible en el mercado hace varios años. El mismo ya ha pasado por varias etapas de evolución originados del feedback obtenido de sus clientes. En esta etapa, se estudiará la factibilidad de agregar la funcionalidad de manejo autónomo.

Actualmente el producto ofrecido por la empresa se encuentra entre las etapas de madurez y declinación del ciclo de vida del producto. Esto es así debido a que el funcionamiento de la máquina es estrictamente mecánico, sin ninguna intervención electrónica o informática, lo que la pone en desventaja frente a sus competidores.

El objetivo de este proyecto es modernizar el producto del cliente para incorporar tecnología y reubicar el mismo en un nuevo ciclo de vida del producto mejorado.

■ Origen del proyecto - Necesidad

Debido a la naturaleza demandante del trabajo humano en el sector agrícola, cada vez es menor la cantidad de gente que quiere dedicarse al mismo. Las intensas tareas implicadas conllevan condiciones físicas desgastantes que limitan el trabajo a la gente más apta (generalmente hombres jóvenes o de mediana edad) y conllevan a un deterioro humano prematuro. Por ello, cada vez existe una mayor necesidad de tecnificar y realizar el trabajo de forma automática y eficiente.

Es objetivo del presente proyecto incorporar tecnología para mejorar esas condiciones de trabajo y extender la posibilidad de trabajo a personas que de otra manera no podrían, ya sea por razones de edad, discapacidad o falta de condiciones físicas entre otras.

Para ello, Supportronics se propone desarrollar e implementar un sistema de manejo autónomo en agricultura extensiva para implementar en maquinaria agrícola autopropulsada permitiendo el desplazamiento de la misma entre las hileras del cultivo sin la necesidad de la intervención humana.

Actualmente existen diversas tecnologías de manejo autónomo para lo que se denomina agricultura intensiva como son la soja, maíz, girasol, etc. Por otra parte existe otra rama de la agricultura que vendría siendo la extensiva como puede ser lechuga, durazno, viñas, etc. En este tipo de agricultura no se encuentran maquinaria comercial apta para realizar un manejo autónomo, siendo este sector muy vulnerable ante las exigencias del personal de trabajo.

En la Figura 1 se presenta el diagrama de bloques del sistema. Se observa en naranja la etapa de creación y entrenamiento de la red neuronal donde la cámara de visión artificial genera un dataset de imágenes en el cual deben ser claramente visualizados los distintos entornos del mismo, las distintas plantaciones y su disposición en el espacio. El bloque de entrenamiento es alimentado de este dataset y del diseño de red neuronal propuesto, luego se procede con el entrenamiento de la misma hasta obtener un resultado final. Si el error relativo no es aceptable se procede a generar un nuevo diseño de red y modificar los datos generados, en caso de ser un error aceptable se procede a conformar la red. En el bloque azul ya se procede a su test e implementación en campo, donde nuevamente el entorno es adquirido mediante la cámara de visión para ser enviada al procesador de inteligencia artificial que ya posee una red neuronal entrenada y validada. El resultado obtenido es aportado al sistema de navegación para la toma de decisiones del control de dirección y el control de avance.

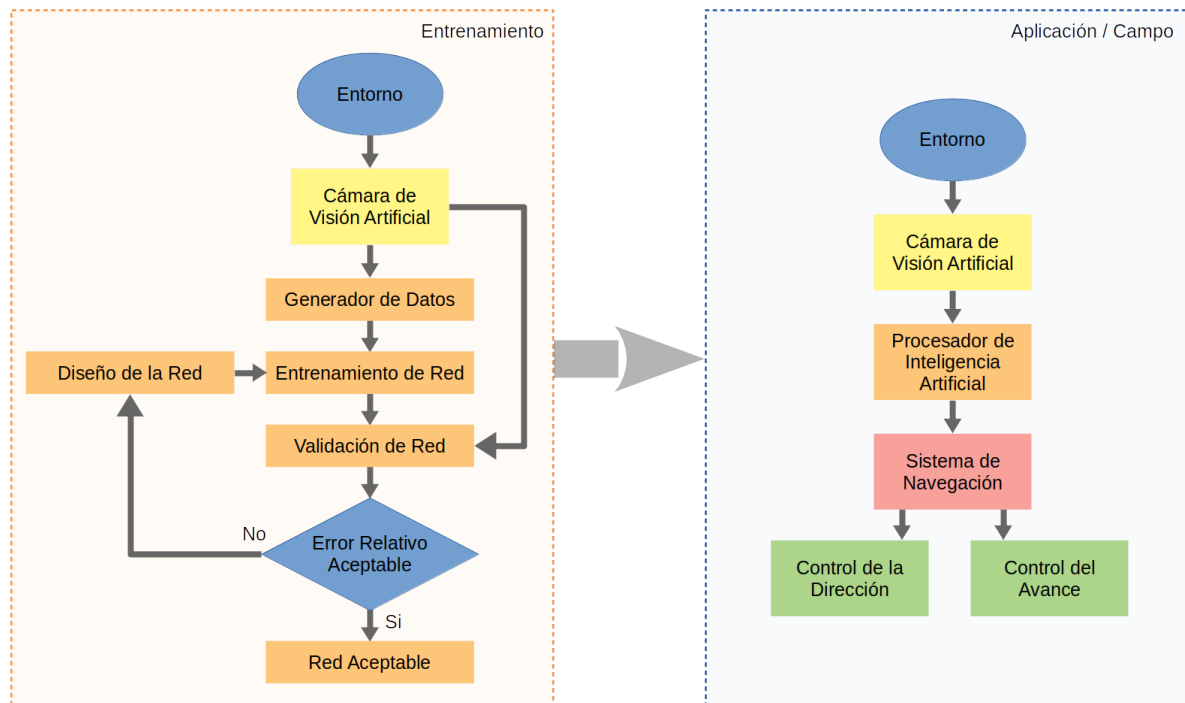


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Pablo Farreras	SUPPORTRONICS	CEO
Responsable	Francisco Tinelli	Supportronics	Alumno
Orientador	Pablo Farreras	CEO de SUPORTRONICS SRL	Director Trabajo final
Equipo	Francisco Tinelli Federico Sesto Santiago Rivier	SUPPORTRONICS	Desarrolladores

- Cliente: Pablo Farreras, es quien nos proporciona el proyecto.
- Responsable: Francisco Tinelli, es el que va a desarrollar el proyecto junto con su equipo de trabajo.
- Orientador: Pablo Farreras, es el jefe del proyecto y líder del equipo.
- Equipo: Federico Sesto y Santiago Rivier, son el equipo con quien se va a trabajar para llevar a cabo el proyecto.

1. Propósito del proyecto

Desarrollar e incorporar un sistema de manejo autónomo para maquinaria agrícola mediante la utilización de una cámara de profundidad e inteligencia artificial, para mejorar la competitividad del producto del cliente y lograr una mayor inclusividad de personal de campo mejorando sustancialmente sus condiciones de trabajo.

2. Alcance del proyecto

Debido a la gran magnitud del proyecto propuesto por la empresa, el presente proyecto final destinado a la especialización comprenderá solo una primera etapa del gran proyecto, donde es de mayor importancia la aplicación de inteligencia artificial.

El proyecto comprenderá los siguientes puntos y etapas:

- Investigación sobre las tecnologías a utilizar (Cámara y Neural Stick).
- Formación de know-how sobre las mismas a través del estudio y aplicación en pequeños ejemplos de prueba / demos.
- Formación en las áreas de inteligencia artificial que se aplicarán en el proyecto.
- Investigación y aprendizaje sobre las diferentes estrategias de manejo autónomo existentes y utilizadas en la actualidad.

- Extracción y etiquetado de datos para la conformación de un dataset.
- Selección y diseño de la arquitectura del sistema de manejo autónomo aplicada al caso particular del cliente del proyecto.
- Desarrollo del sistema de detección y procesamiento del entorno para orientar la maquinaria en el recorrido entre las hileras de cultivo.

Puntos no comprendidos en el proyecto:

- Desarrollo del sistema de navegación.
- Desarrollo de los sistemas de control de los actuadores de la maquinaria.
- Aplicación en el campo de la solución elaborada.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que primero es necesario realizar un know-how de las tecnologías necesarias a implementar en el producto.

Además se supone que es necesario generar una base de conocimientos en Inteligencia Artificial, enfocado en el área de Visión artificial y Manejo Autónomo.

Otra suposición importante a tener en cuenta es la disponibilidad de tiempo ya que dicho proyecto cuenta con una fecha de entrega establecida.

Se supone que se cuenta con el hardware necesario para llevar a cabo todo el desarrollo.

4. Requerimientos

1. Grupo de requerimientos asociados con la visión artificial
 - 1.1. Analizar capacidades de la cámara
 - 1.2. Implementar códigos de ejemplo
 - 1.3. Generar dataset de imágenes
 - 1.4. Desarrollar método de visión artificial
 - 1.5. Implementar método desarrollado.
 - 1.6. Validar método de visión artificial
2. Grupo de requerimientos asociados con Neural Stick
 - 2.1. Analizar capacidades
 - 2.2. Implementar programas de ejemplo
 - 2.3. Analizar posibilidad de integrar en display
 - 2.4. Analizar viabilidad para el uso continuo.

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.

5. Entregables principales del proyecto

Cómo resultado del presente proyecto, se entregará a los docentes correspondientes de la Facultad de Ingeniería de la UBA, el informe final del proyecto con firma previa de los documentos de confidencialidad.

En cuanto al cliente, también se le entregará el informe final junto con el código fuente además de diferentes programas y documentos adicionales que reflejarán el progreso del proyecto a medida que el mismo avance.

6. Desglose del trabajo en tareas

1. Vision computacional

- 1.1. Búsqueda de información y documentación (40 hs)
- 1.2. Integración con placa y display (40 hs)
- 1.3. Reconocimiento de objetos con código ejemplo (40 hs)
- 1.4. Extracción de características para generar dataset. (40 hs)
- 1.5. Desarrollo de algoritmo de visión artificial (40 hs)
- 1.6. Pruebas de funcionamiento en placa y display (40 hs)

2. Unidad de procesamiento Neural

- 2.1. Búsqueda de información y documentación (40 hs)
- 2.2. Implementación de códigos ejemplos (40 hs)
- 2.3. Integración con placa y display (40 hs)
- 2.4. Reconocimiento de objetos implementado en la placa y display (40 hs).

3. Generación de red neuronal

- 3.1. Investigar tipos de redes neuronales (40 hs)
- 3.2. Analizar ventajas y desventajas para la tarea a realizar (40 hs)
- 3.3. Desarrollar computacionalmente la red neuronal seleccionada (40 hs)
- 3.4. Analizar la capacidad de implementar dicha red neuronal en placa y display (40 hs)
- 3.5. Entrenamiento de la red neuronal (40 hs)
- 3.6. Realizar integración de red neuronal con display, cámara y unidad de procesamiento Neural (40 hs)

Cantidad total de horas: (640 hs)

7. Diagrama de Activity On Node

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

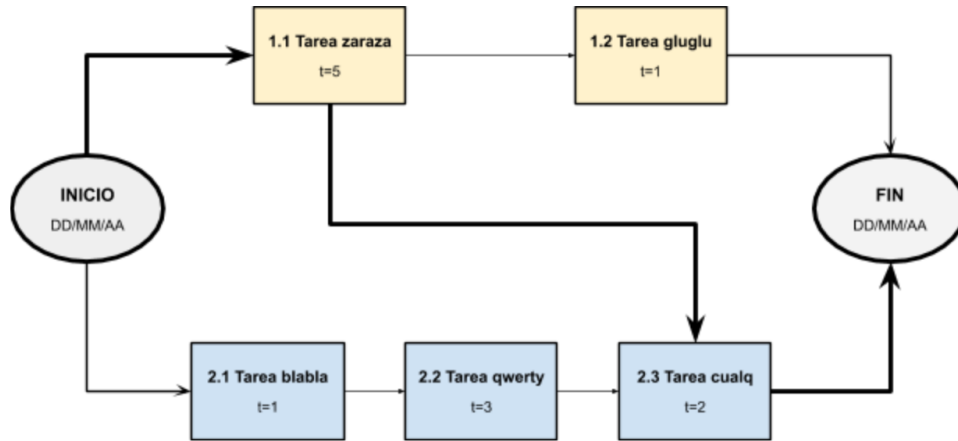


Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

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:

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 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.

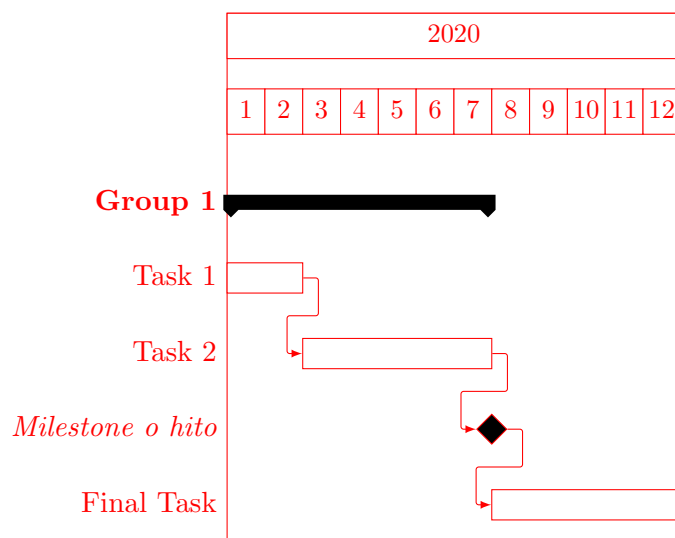


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

9. Matriz de uso de recursos de materiales

Página 12 de 16

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 Francisco Tinelli	Orientador Pablo Farreras	Equipo Nombre de alguien	Cliente Pablo Farreras

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	Francisco Tinelli	Pablo Farreras, Pablo Farreras	email
2.1	Avance de las sub tareas	Mensual mientras dure la tarea	Francisco Tinelli	Pablo Farreras, Pablo Farreras	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.