



Detector automático de objetos para despensa inteligente

Autor:

Ing. Santiago Andrés Bualó

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

Codirector:

John Doe (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 1 de septiembre de 2023 y el 1 de octubre 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. | 8 |
| 6. Requerimientos | 9 |
| 7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>). | 9 |
| 8. Entregables principales del proyecto | 10 |
| 9. Desglose del trabajo en tareas | 11 |
| 10. Diagrama de Activity On Node. | 12 |
| 11. Diagrama de Gantt | 12 |
| 12. Presupuesto detallado del proyecto | 15 |
| 13. Gestión de riesgos | 15 |
| 14. Gestión de la calidad | 16 |
| 15. Procesos de cierre | 17 |

Registros de cambios

| Revisión | Detalles de los cambios realizados | Fecha |
|----------|------------------------------------|-------------------------|
| 0 | Creación del documento | 1 de septiembre de 2023 |
| 1 | Primera entrega | 3 de Septiembre de 2023 |

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 1 de septiembre de 2023

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Ing. Santiago Andrés Bualó que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Detector automático de objetos para despensa inteligente”, consistirá esencialmente en la implementación de un prototipo de un sistema de alacena inteligente capaz de mantener un inventario de los objetos dentro de la misma, detectando los productos que ingresan y egresan en tiempo real, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 h de trabajo y \$XXX, con fecha de inicio 1 de septiembre de 2023 y fecha de presentación pública 15 de marzo de 2024.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

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

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El presente trabajo práctico busca implementar un sistema de alacena inteligente, el cual pueda mantener un inventario de los objetos dentro de la misma de forma autónoma y automática, mediante la detección de los productos que ingresan y/o egresan a la despensa en tiempo real, en el instante en que se agregan o se remueven.

Se ha observado que es una de las problemáticas mas frecuentes en el marco de las compras cotidianas para el hogar, es que las personas muestran una tendencia a olvidarse de las cosas que deben comprar. El objetivo principal de este proyecto es solventar esta problemática aplicando un método que la industria viene aplicando hace ya varios años: control de inventario. Ésto será realizado de forma automática mediante un conjunto de sensores capaces de detectar los objetos que ingresan o egresan a la despensa, de forma tal de poder llevar a cabo un conteo de los objetos presentes o faltantes, permitiendo tener siempre a mano el estado de la despensa (o alacena), lo que supondrá una mejora en la gestión de las cosas que se tienen en el hogar. También permitirá entender las necesidades de consumo diario, semanal, quincenal o mensual de los distintos productos presentes en el hogar, lo que facilitará la creación de listas de supermercado de forma periódica y automática. Además, se podrá consultar este estado desde cualquier lugar, mediante el acceso desde una aplicación.

A día de hoy las grandes industrias están implementando mejoras y soluciones en los hogares de forma constante, tratando de modernizar todos los electrodomésticos, ambientes y elementos. Sin embargo, cuando nos paramos sobre nuestra problemática planteada, en las soluciones propuestas hasta la fecha, no existen soluciones que aborden esta problemática de forma clara, concisa y , por sobre todo, útil para la sociedad. En particular, hasta la fecha, lo más parecido a lo que se ha planteado, consta de una solución propuesta por Samsung: ha integrado a sus heladeras una aplicación que lleva un inventariado de la misma, pero de forma manual, siendo el usuario quien ingresa a mano qué objetos ingresa, y qué objetos utiliza o extrae.

Nuestra propuesta planea no solo superar con creces la oferta actual del mercado, buscando subsanar la problemática desde la raíz, sino que también tiene como objetivo el sentar precedentes para ser el principio de numerosos avances en cuanto a esta tecnología, la cual continúen mejorando la calidad de vida de las personas, impulsando un nuevo paradigma.

Este nuevo paradigma, consiste en rediseñar las alacenas, incorporando tecnología del siglo XXI. El concepto de inventario ya está más que establecido en industrias y empresas, las cuales se ven altamente beneficiadas en productividad gracias al ahorro de tiempo que esto conlleva entender no solo la distribución de los objetos, sino también cuando es necesario reponerlos. Ese mismo beneficio es el que vamos a estar trasladando a los hogares. Con esta nueva gestión de inventario en las alacenas, se pueden automatizar un sinfín de procesos y tomas de decisiones propias del hogar que quitan tiempo personal. Este inventario automático, va a permitir mejoras en los siguientes aspectos:

- Entender los consumos del hogar de los distintos productos.
- Interpretar los tiempos de reposición de cada producto, lo que permite generar listas de compra para diferentes períodos.
- Conocer qué productos se tiene en tiempo real, permitiendo tomar decisiones sobre los menús para las siguientes comidas.

Para llevar a cabo este proyecto, se propone un módulo integral capaz de detectar el ingreso/egreso de los productos hacia la despensa, computar la cantidad de productos y mantener el inventario dentro de si mismo. Además, deberá tener la capacidad para comunicarse con la red, no solo para posibilitar detectar un mayor número de elementos, sino también para poder llevar a cabo un respaldo del inventario interno, de forma tal de poder disponibilizarlo al usuario desde otra interfaz (por ejemplo web o aplicación móvil). Todo va a estar orquestado por un núcleo de procesamiento (microcontrolador), el cual se comunicará con un lector de código de barras para detectar al producto. Luego, mediante llamados de API, se va a identificar al producto, y se va a proceder a realizar el cómputo para modificar el inventario. El dispositivo deberá ser alimentado mediante una batería, ya sea desechable o recargable, de forma tal de independizar al usuario sobre la posición en la cual debe instalar al producto. A continuación podemos ver en la figura 1 un diagrama de bloques sobre el prototipo:

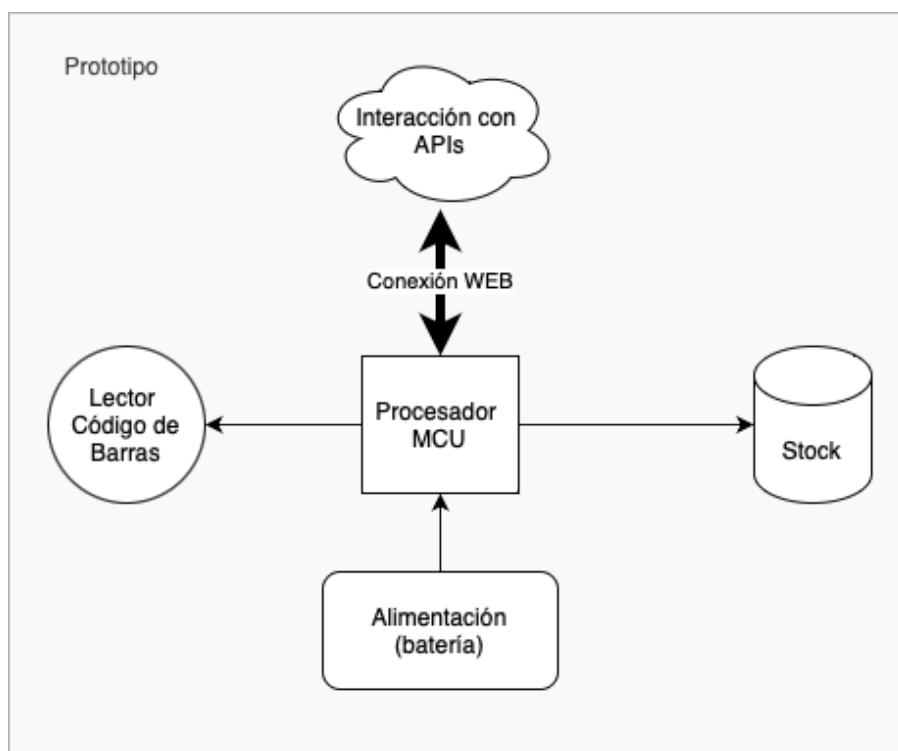


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema propuesto.

2. Identificación y análisis de los interesados

A continuación se listan a todas las partes involucradas al proyecto:

| Rol | Nombre y Apellido | Organización | Puesto |
|---------------|----------------------------|--------------|------------------------|
| Auspiciante | Ing. Santiago Andrés Bualó | - | |
| Responsable | Ing. Santiago Andrés Bualó | FIUBA | Alumno |
| Colaboradores | | | |
| Orientador | Nombre del Director | pertenencia | Director Trabajo final |
| Opositores | | | |
| Usuario final | Acreeedores de alacena | | |

- Auspiciante: siendo un proyecto personal, todos los gastos y/o beneficios serán incurridos por el autor del proyecto.
- Responsable: Ing. Santiago Andrés Bualó, quien va a ser el responsable del proyecto, siendo el autor del mismo.
- Usuario final: como el proyecto esta orientado como solución para los hogares, el usuario final serán todas aquellas personas dueñas de una alacena.

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es impulsar nuevas tecnologías dentro del hogar mediante la modernización de uno de los lugares que más se utiliza dentro del mismo, posibilitando una mejor gestión de los distintos productos que se guardan dentro. Gracias a esta nueva metodología se busca que los usuarios encuentren una nueva forma mucho más sencilla y eficiente de la toma de decisiones en las compras cotidianas.

4. Alcance del proyecto

En el proyecto se incluye :

- El desarrollo de un dispositivo que detecta los objetos a través de una lectura del código de barras.
- Es desarrollo del dispositivo debe tener la capacidad para detectar de qué objeto se trata, y luego llevar a cabo el conteo relacionadas al inventario.
- El desarrollo de una interfaz externa al dispositivo que permita consultar el estado del inventario.
- La misma interfaz debe tener la capacidad para configurar el dispositivo.
- El desarrollo de una placa integrada como prototipo.

- La configuración de red para que el dispositivo pueda utilizar APIs para consultar el código de barras.
- El sistema de alimentación propio del prototipo.

No serán parte del proyecto los siguientes:

- No se desarrollará un producto final para ser comercializado.
- No se contemplará almacenamiento externo o almacenamiento en la nube.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El dinero disponible será suficiente para la adquisición de los materiales requeridos.
- Se presume que todos los componentes originales con los que es planteado el proyecto tendrán stock.
- Todos los componentes se consiguen de forma local sin ningún impedimento.

6. Requerimientos

A continuación se enumerarán los requerimientos del proyecto:

1. Requerimientos generales del sistema

- 1.1. El sistema debe detectar cuando se ingresa o se egresa un objeto de la despensa.
- 1.2. El sistema debe tener la capacidad de identificar de qué objeto se trata.
- 1.3. El sistema debe llevar a cabo un conteo de los objetos que ingresan y/o egresan.
- 1.4. El sistema debe almacenar el inventario de forma local.
- 1.5. El sistema debe tener una aplicación web/móvil para poder consultar el inventario en tiempo real.

2. Requerimientos de Hardware

- 2.1. El módulo deberá alimentarse a través de una batería.
- 2.2. El módulo deberá poder comunicarse utilizando el Estándar IEEE 802.11 b/g/n (WiFi).
- 2.3. El módulo deberá poder comunicarse utilizando Bluetooth Low Energy (BLE).
- 2.4. El módulo utilizará un único chip que integre el microprocesador y la conectividad WiFi/Bluetooth.
- 2.5. El módulo deberá comunicarse vía API a la red para identificar el producto.
- 2.6. El módulo deberá detectar los códigos de barras mediante un lector apropiado o cámara fotográfica.

3. Requerimiento de firmware

- 3.1. El firmware del módulo deberá ser programado en lenguaje C.
- 3.2. Se realizarán tests de forma independiente para cada módulo, y de integración para cada una de las funcionalidades del mismo.
- 3.3. El firmware deberá priorizar el ahorro energético.

4. Requerimientos de Gestión

- 4.1. Se utilizará un repositorio público en Github como sistema de control de versiones.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

En esta sección se enuncian las historias de usuario, asignándoles a cada una un puntaje según los siguientes aspectos:

1. Dificultad de la tarea/trabajo.
2. Complejidad del trabajo.
3. Riesgo asociado.

Para asignarles la ponderación, se utilizará una escala siguiendo la serie de Fibonacci, para lo cual un número mayor implica un mayor costo. Para calcular el Story Point, se sumarán las tres ponderaciones asignadas, y en caso de que el resultado no pertenezca a la serie, se le asignará el número superior más cercano.

1. Como usuario quiero instalar el producto de forma sencilla.
 - Dificultad: 5
 - Complejidad: 5
 - Riesgo: 8
 - Story Point: 21
2. Como usuario no quiero estar pendiente de cambiar/recargar la batería.
 - Dificultad: 13
 - Complejidad: 13
 - Riesgo: 3
 - Story Point: 34
3. Como usuario quiero una interfaz de usuario sencilla.
 - Dificultad: 2
 - Complejidad: 3
 - Riesgo: 5
 - Story Point: 13
4. Como usuario quiero consultar mi inventario en todo momento.
 - Dificultad: 3
 - Complejidad: 8
 - Riesgo: 2
 - Story Point: 13
5. Como usuario quiero que el producto sea lo más pequeño posible.
 - Dificultad: 13
 - Complejidad: 8
 - Riesgo: 5
 - Story Point: 34

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son:

- Diagrama de circuitos esquemáticos
- Código fuente del programa.
- Guía de usuario.
- Diagrama PCB.
- Archivos de fabricación.

9. Desglose del trabajo en tareas

A continuación se listan las tareas, junto con su duración es (en horas de trabajo):

1. Planificación y gestión del proyecto (80 hs):
 - 1.1. Realizar un plan de trabajo (10 hs)
 - 1.2. Determinar componentes (10 hs)
 - 1.3. Planificar la programación del firmware (20 hs)
 - 1.4. Redactar informes y presentaciones (30 hs)
 - 1.5. Redactar guía de usuario y otros documentos afines (10 hs)
2. Investigación previa (125 hs)
 - 2.1. Investigar soluciones propuestas similares (20 hs)
 - 2.2. Investigar microcontroladores (10 hs)
 - 2.3. Investigar componentes periféricos afines (20 hs)
 - 2.4. Investigar el estándar de código de barras (10 hs)
 - 2.5. Investigar métodos de lectura de códigos de barra (30 hs)
 - 2.6. Investigar librerías y APIs afines (15 hs)
 - 2.7. Investigar protocolos WiFi y BLE (20 hs)
3. Desarrollo de Software (130 hs)
 - 3.1. Desarrollo de drivers específicos para cada periférico (25 hs)
 - 3.2. Integración de drivers y librerías (15 hs)
 - 3.3. Elaborar máquina de estados para el flujo del programa (10 hs)
 - 3.4. Desarrollo de interfaz de usuario (30 hs)
 - 3.5. Implementación de FreeRTOS y Low Power Consumption (30 hs)
 - 3.6. Optimización del código (20 hs)
4. Desarrollo de Hardware (145 hs)
 - 4.1. Elección del microcontrolador (5 hs)
 - 4.2. Elección del sensor de código de barras (5 hs)
 - 4.3. Elección de integrados para los módulos WiFi y BLE (10 hs)
 - 4.4. Ensamblado de prototipo funcional (5 hs)
 - 4.5. Diseño del circuito electrónico final (30 hs)
 - 4.6. Diseño del PCB final (30 hs)
 - 4.7. Generar archivos de fabricación (40 hs)
 - 4.8. Optimización (20 hs)
5. Fabricación de prototipo (60 hs)
 - 5.1. Fabricado de la placa (10 hs)
 - 5.2. Compra de componentes (5 hs)
 - 5.3. Ensamblado de componentes (15 hs)

5.4. Diseño y fabricación de la caja (30 hs)

6. Pruebas, ensayos y validaciones (70 hs)

6.1. Ensayos de señales eléctricas (10 hs)

6.2. Pruebas de comunicaciones WiFi y BLE (10 hs)

6.3. Pruebas generales de integración (20 hs)

Cantidad total de horas: (610 h)

10. Diagrama de Activity On Node

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

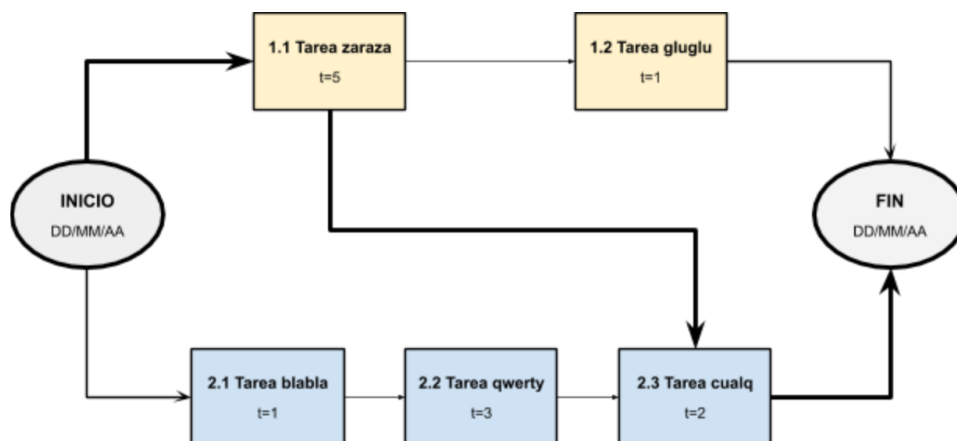


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

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.

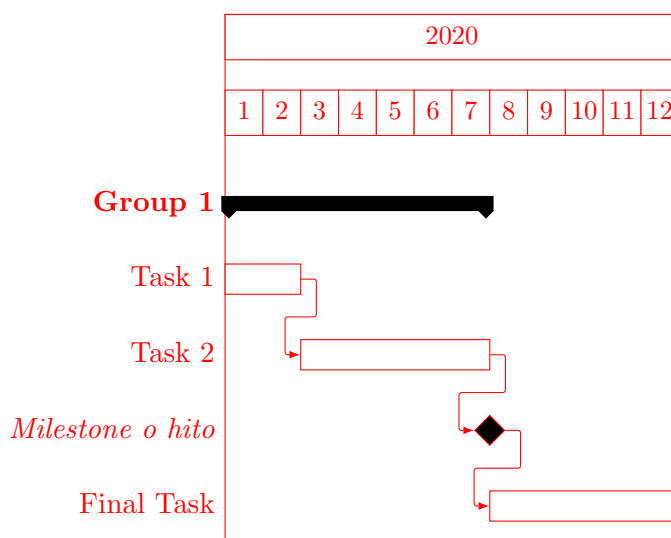


Figura 3. Diagrama de Gantt de ejemplo



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):

■ Ocurrecia (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

Elija al menos diez requerimientos que a su criterio sean los más importantes/críticos/que aportan más valor y para cada uno de ellos indique las acciones de verificación y validación que permitan asegurar su cumplimiento.

- 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.