



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Desarrollo de un Sistema Embebido para un Titulador Potenciométrico Automático

Autor:

Ing. Fernando Ezequiel Daniele

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

Jurados:

Nombre y Apellido (1) (pertenencia (1))

Nombre y Apellido (2) (pertenencia (2))

Nombre y Apellido (3) (pertenencia (3))

*Este trabajo fue realizado en el curso de Gestión de proyectos
entre el 22 de junio de 2020 y el 22 de Agosto 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	8
3. Supuestos del proyecto	8
4. Requerimientos	8
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	11
11. Matriz de asignación de responsabilidades	12
12. Gestión de riesgos	12
13. Gestión de la calidad	13
14. Comunicación del proyecto	14
15. Gestión de Compras	14
16. Seguimiento y control	14
17. Procesos de cierre	15

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	22/06/2020
1.1	Ejemplo de un texto muy largo que debiera ocupar más de una línea para que tengan de ejemplo	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, 22 de junio de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Ing. Fernando Ezequiel Daniele que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Desarrollo de un Sistema Embebido para un Titulador Potenciométrico Automático”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema embebido para el control de un Titulador Potenciométrico Automático, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$50.000, con fecha de inicio 22 de junio de 2020 y fecha de presentación pública 22 de diciembre de 2020.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Grupo de Investigación y Desarrollo en Aplicaciones Inteligentes
Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

Nombre y Apellido (1)
Jurado del Trabajo Final

Nombre y Apellido (2)
Jurado del Trabajo Final

Nombre y Apellido (3)
Jurado del Trabajo Final

Descripción técnica-conceptual del Proyecto a realizar

El prototipo en particular que desarrollaré forma parte de un proyecto interdisciplinar gestado en el grupo de investigación sobre aplicaciones inteligentes (GISAI) de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco (UTN FRSFCO), cuyo objetivo es el desarrollo de un Titulador Potenciométrico Automático para el laboratorio de servicios de dicha facultad. El proyecto involucra docentes y alumnos de cuatro carreras de ingeniería, que se detallan a continuación. Ingeniería química, que aporta el conocimiento sobre el proceso de titulación y establece los requerimientos que deberá tener el sistema; Ingeniería Electromecánica, encargada de diseñar y construir una bomba peristáltica y las partes mecánicas; Ingeniería en Sistemas de Información, encargada de desarrollar un software para el procesamiento de los datos del cliente y los datos obtenidos del titulador; Ingeniería Electrónica, encargada de diseñar el sistema embebido para el control automático del titulador. El proyecto surge de la iniciativa del grupo GISAI de encarar un proyecto que involucre las cuatro ingenierías que forman parte de la UTN FRSFCO. Es en esa iniciativa que se propone el desarrollo de un titulador potenciométrico automático. Las titulaciones, también conocidas como valoraciones, son ampliamente utilizadas en química analítica para determinar la concentración de ácidos, bases, agentes oxidantes, agentes reductores, iones metálicos, proteínas y muchas otras especies químicas. Son métodos poderosos de análisis que se basan en la reacción de estequiometría definida, que se da entre un analito y un reactivo estándar conocido como titulante o valorante. Las titulaciones pueden ser realizadas en forma manual o automática. Actualmente existen en el mercado tituladores de operación automatizada que determinan concentración de diferentes analitos, pero estos equipos son económicamente inaccesibles para universidades y laboratorios en los que existe una frecuencia baja de muestras a analizar. Estas dificultades traen aparejada poca celeridad en la obtención de resultados de manera convencional y vuelve a los laboratorios universitarios poco competentes frente a la demanda de análisis. La Facultad Regional San Francisco no cuenta con equipos automatizados para la realización de distintos ensayos útiles en las áreas de Ingeniería Química y Electromecánica. El presente proyecto busca desarrollar un prototipo de titulador automático para el empleo en diferentes valoraciones ácido-base. Este prototipo se destinará a la automatización de los procesos de titulación manuales llevados a cabo en el laboratorio de servicios a terceros que funciona en la Universidad, así como también en los grupos de I+D, y cátedras de la carrera de ingeniería Química y Electromecánica, que utilizan este tipo de técnicas. El sistema embebido será el encargado de automatizar el proceso de titulación, que de manera resumida consiste en inyectar mediante la bomba la solución titulante en la muestra a analizar. Durante todo el proceso se debe realizar la lectura del potencial que entrega un electrodo de pH situado en el recipiente de la muestra, y tabular los datos del potencial y de volumen añadido para poder obtener la curva de titulación. A través de estos datos es posible determinar el volumen (o los volúmenes) de titulante en el cual la derivada segunda del potencial respecto al volumen utilizado de titulante se hace cero. Ese valor es el que utilizará el software y el analista para determinar la sustancia desconocida.

El objetivo es que el lector en una o dos páginas entienda de qué se trata el proyecto y cuáles son sus desafíos, su motivación y su importancia. Se debe destacar claramente cuál es el valor que agrega el proyecto a realizar. “El presente proyecto se destaca especialmente por incorporar tal cosa... Esto lo diferencia de otros sistemas similares en que ...”

Puede ser útil incluir en esta sección la respuesta a alguna de estas preguntas:

- ¿Cómo se vincula este proyecto con la misión de la organización?
- ¿Cómo se inserta este proyecto en el modelo de negocio de la organización?

- ¿Ayuda a la explicación si se incluye un lienzo Canvas del Modelo de Negocio?
- ¿En qué estado del ciclo de vida está el producto que se desea reemplazar o mejorar?
- ¿Cuales son las necesidades que debe satisfacer?
- ¿Por dónde pasa la innovación?

La descripción técnica-conceptual **debe incluir al menos un diagrama en bloques del sistema** y una frase como la siguiente: “En la Figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema. Se observa que el mismo consta de un módulo ESP32, el cual incluye el microprocesador y conexión WiFi y Bluetooth. En este caso se usará la conexión WiFi para crear”. Luego recién más abajo de haber puesto esta frase se pone la figura. La regla es que las figuras nunca pueden ir antes de ser mencionadas en el texto, porque sino el lector no entiende por qué de pronto aparece una figura.

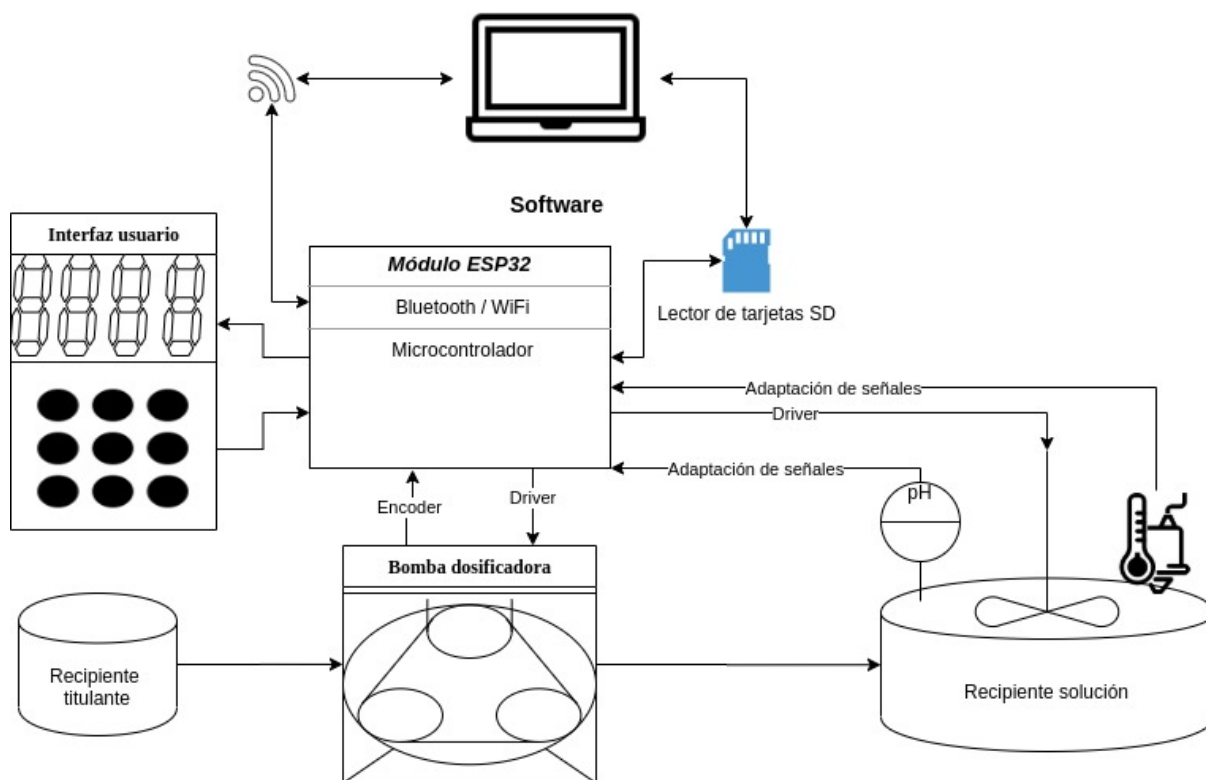


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema

El tamaño de la tipografía en la figura debe ser adecuado para que NO pase lo que ocurre acá, donde el lector debe esforzarse para poder leer el texto. Los colores usados en el diagrama deben ser adecuados, tal que ayuden a comprender mejor el diagrama.

Identificación y análisis de los interesados

Nota: (borrar esto y todas las consignas en color rojo antes de entregar este documento).

Es inusual que una misma persona esté en más de un rol, incluso en proyectos chicos.

Si se considera que una persona cumple dos o más roles, entonces sólo dejarla en el rol más importante. Por ejemplo:

- Si una persona es Cliente pero también colabora u orienta, dejarla solo como Cliente.
- Si una persona es el Responsable, no debe ser colocado también como Miembro del equipo.

Pero en cambio sí es usual que el Cliente y el Auspiciante sean el mismo, por ejemplo.

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante			
Cliente	Grupo de Investigación y Desarrollo en Aplicaciones Inteligentes	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco	
Impulsor			
Responsable	Ing. Fernando Ezequiel Daniele	FIUBA	Alumno
Colaboradores			
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final
Equipo	miembro1 miembro2		
Opositores			
Usuario final			

El Director suele ser uno de los Orientadores.

No dejar celdas vacías; si no hay nada que poner en una celda colocar un signo “-”.

No dejar filas vacías; si no hay nada que poner en una fila entonces eliminarla.

Sería deseable listar a continuación de la tabla las principales características de cada interesado.

Por ejemplo:

- Auspiciante: es riguroso y exigente con la rendición de gastos. Tener mucho cuidado con esto.
- Equipo: Juan Perez, suele pedir licencia porque tiene un familiar con una enfermedad. Planificar considerando esto.
- Orientador: María Gómez, nos va a poder ayudar mucho con la gestión de impuestos.

1. Propósito del proyecto

¿Por qué se hace el proyecto? ¿Qué se quiere lograr?

Se recomienda que sea solo un párrafo que empiece diciendo “El propósito de este proyecto es...”.

2. Alcance del proyecto

¿Qué se incluye y que no se incluye en este proyecto?

Se refiere al trabajo a hacer para entregar el producto o resultado especificado.

Explicitar todo lo quede comprendido dentro del alcance del proyecto.

Explicitar además todo lo que no quede incluido (“El presente proyecto no incluye...”)

3. Supuestos del proyecto

“Para el desarrollo del presente proyecto se supone que: ...”

- Supuesto 1
- Supuesto 2...

Por ejemplo, se podrían incluir supuestos respecto a disponibilidad de tiempo y recursos humanos y materiales, sobre la factibilidad técnica de distintos aspectos del proyecto, sobre otras cuestiones que sean necesarias para el éxito del proyecto como condiciones macroeconómicas o reglamentarias.

4. Requerimientos

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

1. Grupo de requerimientos asociados con...
 - 1.1. Requerimiento 1
 - 1.2. Requerimiento 2
 - 1.3. Requerimiento 3 (prioridad menor)
2. Grupo de requerimientos asociados con...
 - 2.1. Requerimiento 1
 - 2.2. Requerimiento 2 (prioridad menor)

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

De ser posible indicar cómo se obtuvieron cada uno de los requerimientos

Indicar claramente cuál es la prioridad entre los distintos requerimientos.

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.

5. Entregables principales del proyecto

Cosas como:

- Manual de uso
- Diagrama esquemático
- Código fuente
- Diagrama de instalación
- Informe final

6. Desglose del trabajo en tareas

Se recomienda mostrar el WBS mediante una lista indexada:

1. Grupo de tareas 1
 - 1.1. Tarea 1 (tantas hs)
 - 1.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 1.3. Tarea 3 (tantas hs)
2. Grupo de tareas 2
 - 2.1. Tarea 1 (tantas hs)
 - 2.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 2.3. Tarea 3 (tantas hs)
3. Grupo de tareas 3
 - 3.1. Tarea 1 (tantas hs)
 - 3.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 3.3. Tarea 3 (tantas hs)
 - 3.4. Tarea 4 (tantas hs)
 - 3.5. Tarea 5 (tantas hs)

Cantidad total de horas: (tantas hs)

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

7. Diagrama de Activity On Node

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

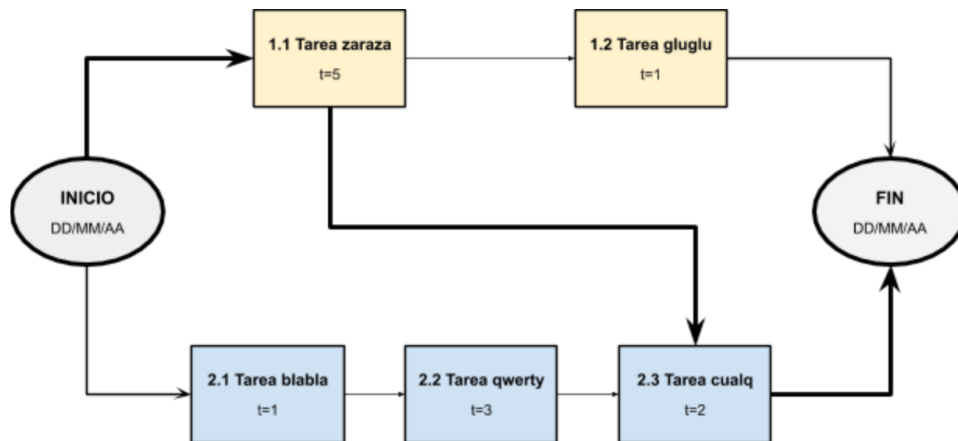


Figura 2: Diagrama en *Activity on Node*

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.

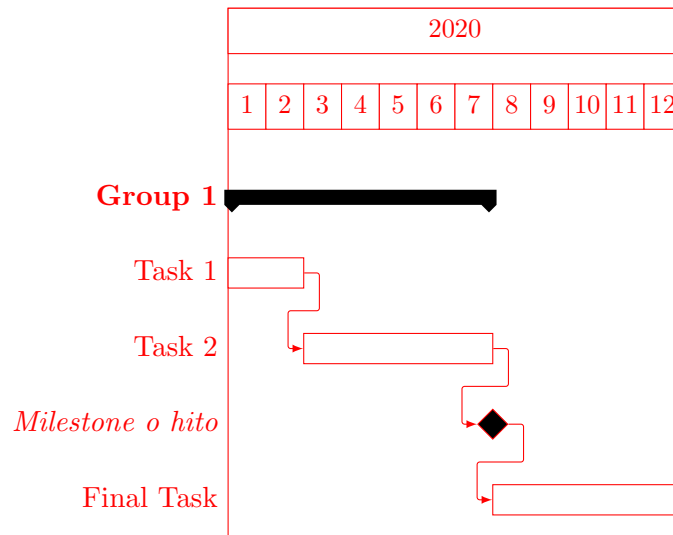


Figura 3: Diagrama de gantt de ejemplo

9. Matriz de uso de recursos de materiales

Código WBS	Nombre tarea	Recursos requeridos (horas)			
		Material 1	Material 2	Material 3	Material 4

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 Ing. Fernando Ezequiel Daniele	Orientador Nombre del Director	Equipo Nombre de alguien	Cliente Grupo de Investigación y Desarrollo en Aplicaciones Inteligentes

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, 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.	

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.