



Dispositivo para pruebas de comunicación con satélites

Autor:

Facundo G. Colavitte

Director:

Director a definir (pertenencia)

Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos entre el 20 de octubre de 2022 y el 8 de diciembre de 2022.

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.	7
6. Requerimientos	7
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	8
8. Entregables principales del proyecto	8
9. Desglose del trabajo en tareas	9
10. Diagrama de Activity On Node.	10
11. Diagrama de Gantt	11
12. Presupuesto detallado del proyecto	14
13. Gestión de riesgos	14
14. Gestión de la calidad	15
15. Procesos de cierre	16

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
v0.0	Creación del documento	20 de octubre de 2022
v1.0	Se completa hasta el punto 5 inclusive	03 de noviembre de 2022
v2.0	Se completa hasta el punto 9 inclusive	10 de noviembre de 2022

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 20 de octubre de 2022

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Facundo G. Colavitte que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Dispositivo para pruebas de comunicación con satélites”, consistirá esencialmente en el diseño de un prototipo modular, versátil, para realizar pruebas de comunicación unidireccional con satélites de órbita baja usando un módulo LoRa, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$30.000, con fecha de inicio 20 de octubre de 2022 y fecha de presentación pública 21 de agosto de 2023.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

David Vilaseca
Satellogic

Director a definir
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

La realización del siguiente proyecto se basa en la construcción de un prototipo para realizar pruebas de comunicación unidireccional con satélites de la empresa Satellogic. Esta última posee actualmente satélites de órbita baja para mapeo de la superficie terrestre mediante sistema de capturas de imágenes. Su objetivo es agregar a su cartera de servicios satelitales la posibilidad de recibir información de dispositivos IoT en tierra para ofrecerle una alternativa a los medios de comunicación tradicionales. Por esta razón, se realizará un dispositivo modular, versátil, que permita enviar datos tomados en tierra a los satélite en órbita baja para realizar las pruebas pertinentes.

La idea no es probar con un satélite real ya que el uso de comunicación por LoRa es una propuesta de la empresa dado que ciertos módulos trabajan a frecuencias similares. Es por esto que el proyecto será validado por la comunicación entre dos prototipos en tierra que cumplan con las requerimientos teóricos que Satellogic solicita. En caso de realizarse una prueba con el satélite la no recepción del mensaje no involucrará fallas en el diseño del sistema. Pese a esto, el dispositivo deberá ser diseñado considerando que su finalidad sea una comunicación desde la tierra hacia el satélite a través de un módulo LoRa de forma unidireccional a una frecuencia cercana a 920 MHz. Los datos a enviar por el prototipo deben poder ser tomados por USB y WiFi.

Como se observa en la figura 1, el dispositivo posee:

- Un puerto de conexión USB para comunicación con ordenadores locales.
- Conexión WiFi para ser manejado de forma remota.
- Alimentación externa.
- Puerto de conexión para antena tipo QFH.

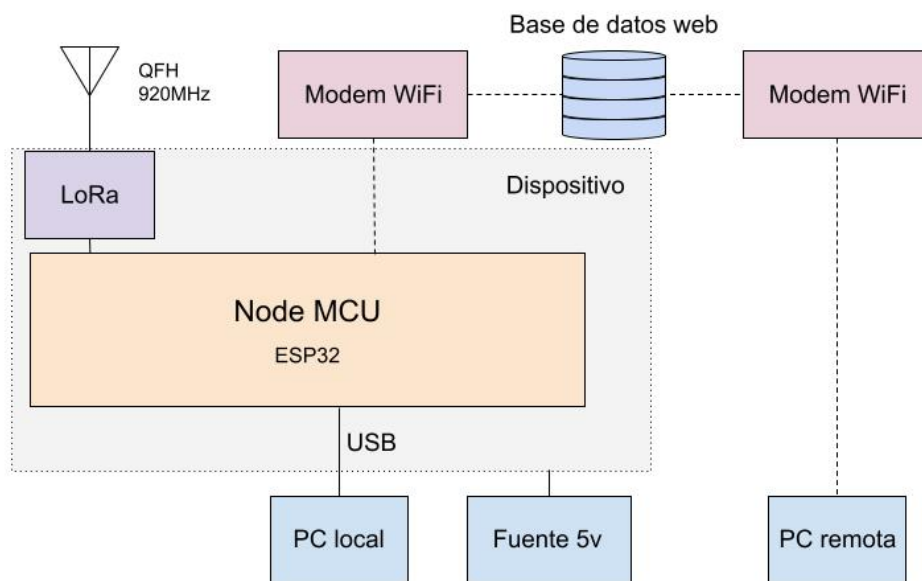


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

El presente proyecto se destaca en la incorporación de conexión WiFi para recepción de los datos. Dado que es condición necesaria que la comunicación se realice a cielo abierto, el contar con WiFi permite establecer esta comunicación aún cuando haya condiciones climáticas desfavorables para la presencia del usuario.

En el mercado no existe a día de hoy un dispositivo específico para tal finalidad por lo que no se presenta sistemas comerciales similares de los cuales diferenciarse.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	David Vilaseca	Satellogic	Director de Research
Cliente	David Vilaseca	Satellogic	Director de Research
Responsable	Facundo G. Colavitte	FIUBA	Alumno
Colaboradores	Scasserra Marco	FIUBA	Alumno
Orientador	Director a definir	pertenencia	Director Trabajo final
Usuario final	Pega Luciano	Satellogic	Ingeniero en Research

- Pega Luciano: trabaja en la misma área que el cliente. Puede responder preguntas de requerimientos técnicos y validar el proyecto.
- Scasserra Marco: trabaja en un proyecto final del CESE de la misma temática para el mismo cliente.
- **Director a definir**: posee experiencia en módulos LoRa y sistemas de almacenamiento de energía.

3. Propósito del proyecto

El propósito del proyecto es diseñar un dispositivo que permita realizar pruebas de comunicación con satélites de órbita baja para una posterior implementación de dicha tecnología en dispositivos IoT. El prototipo debe ser versátil y estar conformado principalmente por módulos electrónicos comerciales para facilitar su posterior modificación según lo ameriten las pruebas.

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- Un prototipo físico con el firmware cargado.
- Código fuente del firmware.
- Esquemático del hardware.
- Sistema de alimentación.

El proyecto no incluye:

- Dispositivo comercial.
- Script que decodifica la señal IQ recibida en el satélite.
- Software de escritorio para envío de datos al dispositivo.
- Montaje del dispositivo.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Si dos dispositivos se pueden comunicar en tierra por medio de módulos LoRa la señal puede ser recibida por un satélite que esté dentro del alcance del conjunto módulo LoRa-Antena.
- Disponibilidad de todos los materiales necesarios para la construcción del prototipo por parte de la empresa Satellogic. Los mismos se detallarán en la Lista de materiales conforme se realice el proyecto.
- No se presentaran retenciones a importaciones de los materiales necesarios que dificulten su disponibilidad.
- Se dispondrá de al menos 80 horas mensuales en promedio para dedicar al proyecto.
- Los materiales necesarios para las pruebas y construcción de prototipos se dispondrán en un tiempo no mayor a dos semanas tras solicitarlos.

6. Requerimientos

1. Requerimientos funcionales

- 1.1. El dispositivo debe ser simple de replicar, preferentemente ensamblable con módulos comerciales.
- 1.2. El dispositivo debe ser versátil, pudiéndose adaptar a distintas **características de comunicación** de forma simple.
- 1.3. El módulo LoRa debe ser un E22 900M30S de EBYTE (30 dBm).
- 1.4. El dispositivo debe poder ser lo más cercano posible a la metodología "plug 'n play".
- 1.5. El usuario debe poder enviar mensajes por medio de un terminal serie.

2. Requerimientos de documentación

- 2.1. Manual de usuario.
- 2.2. Documentación del firmware.

3. Requerimiento de testing

- 3.1. Se debe poder establecer comunicación por LoRa con otro dispositivo en tierra que posea igual módulo con una distancia menor a un metro.

4. Requerimientos de la interfaz...

5. Requerimientos interoperabilidad...

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

- “Como usuario, quiero que el dispositivo sea compacto, robusto y ligero, de modo de poder llevarlo al lugar donde debe realizarse el experimento.”
- “Como usuario, quiero que el dispositivo se conecte a WiFi para poder operarlo de manera remota.”
- “Como usuario, quiero que la interfaz de comunicación sea CLI, para que la operación sea ágil.”
- “Como usuario, quiero que el dispositivo cuente con un conector de RF, de modo de poder elegir distintos tipos de antenas, o incluso agregar una etapa de amplificación adicional, de ser necesario.”
- “Como usuario, quiero que el dispositivo sea suficientemente pequeño como para poder integrarse en un gabinete estanco, lo cual permitiría a operación en intemperie.”

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:

- Manual de usuario.
- Diagrama de circuitos esquemáticos.
- Código fuente del firmware.
- Archivo Gerber.
- Lista de componentes electrónicos.
- Un prototipo funcional.

9. Desglose del trabajo en tareas

1. Recopilación general de información sobre el proyecto (50 hs)
 - 1.1. Investigar sobre tecnología WiFi. (10 hs)
 - 1.2. Investigar sobre tecnología LoRa. (10 hs)
 - 1.3. Investigar específica sobre módulo LoRa E22. (10 hs)
 - 1.4. Investigar Investigación sobre antenas QFH. (10 hs)
 - 1.5. Investigar Investigación sobre base de datos web. (10 hs)
2. Planificación del proyecto (30 hs)
 - 2.1. Realizar planificación del proyecto (30 hs)
 - 2.2. Tarea 2 (tantas hs)
 - 2.3. Tarea 3 (tantas hs)
3. Hardware (140 hs)
 - 3.1. Selección de componentes (12 hs)
 - 3.2. Diseño del circuito esquemático (28 hs)
 - 3.3. Diseño del PCB (30 hs)
 - 3.4. Fabricación y ensamblado del PCB (30 hs)
 - 3.5. Pruebas y validación del hardware (40 hs)
4. Firmware (— hs)
 - 4.1. Desarrollo de arquitectura del firmware (16 hs)
 - 4.2. Diseño de firmware (32 hs)
 - 4.3. Desarrollo de pruebas para firmware (32 hs)
 - 4.4. Programación del firmware (40 hs)
 - 4.5. Verificación y validación del firmware (24 hs)
5. ??? (— hs)
 - 5.1. Desarrollo de arquitectura del firmware (16 hs)
 - 5.2. Diseño de firmware (32 hs)
 - 5.3. Desarrollo de pruebas para firmware (32 hs)
 - 5.4. Programación del firmware (40 hs)
 - 5.5. Verificación y validación del firmware (24 hs)
6. Diseño del gabinete (40 hs)
 - 6.1. Diseño de la carcasa de los sensores (20 hs)
 - 6.2. Armado del gabinete de los nodos sensores (20 hs)
7. Procesos finales (— hs)
 - 7.1. Elaboración del informe de avance (20 hs)
 - 7.2. Evaluación de requerimientos (25 hs)
 - 7.3. Elaboración de la memoria del proyecto (40 hs)

7.4. Preparación de la presentación final (35 hs)

Cantidad total de horas: (tantas hs)

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 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.

10. Diagrama de Activity On Node

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

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:

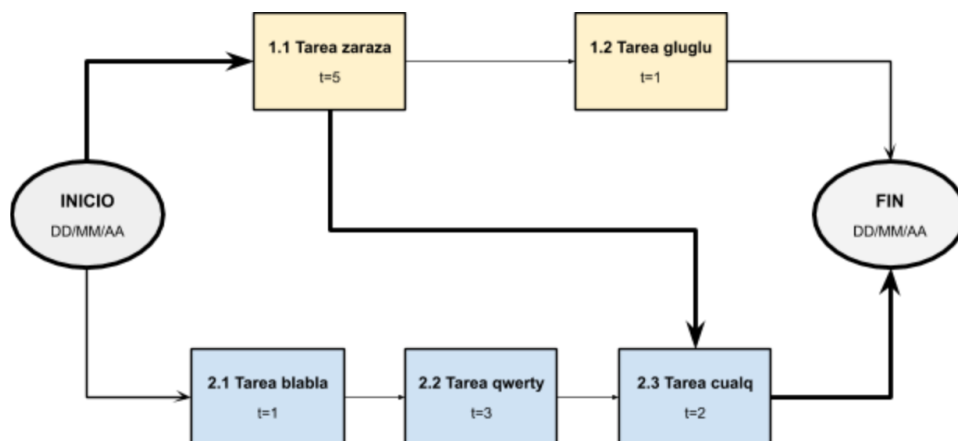


Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

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

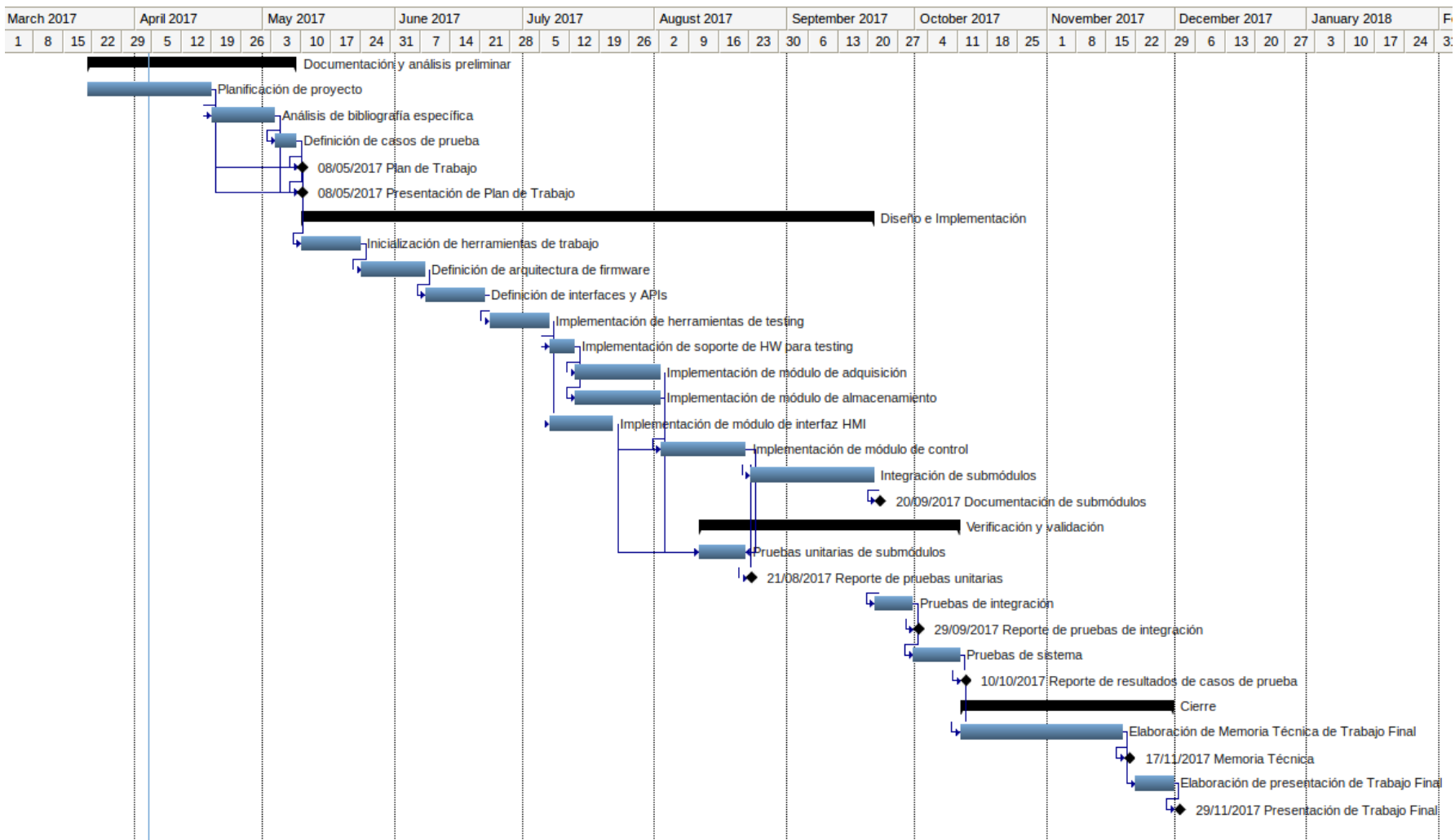


Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

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):

■ Ocurrecencia (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.