



Sistema flexible de visión industrial

Autor:

Alejandro Virgillo

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

Codirector:

John Doe (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de la Tecnología y la Innovación
entre el 4 de marzo de 2023 y el 18 de abril de 2023.*

Índice

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar	5
2. Identificación y análisis de los interesados	7
3. Propósito del proyecto	8
4. Alcance del proyecto	8
5. Supuestos del proyecto.	8
6. Requerimientos	8
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	10
8. Entregables principales del proyecto	10
9. Desglose del trabajo en tareas	10
10. Diagrama de Activity On Node.	11
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
0	Creación del documento	4 de marzo de 2023
1	Se completa hasta el punto 5 y parte del punto 6	29 de marzo de 2023

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 4 de marzo de 2023

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Alejandro Virgillo que su Trabajo Final de la Maestría en Inteligencia Artificial Embebida se titulará “Sistema flexible de visión industrial”, consistirá esencialmente en la implementación de una interfaz y elementos de visión de máquina que permitan programar verificaciones de calidad en procesos industriales, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 h de trabajo y U\$D 6000, con fecha de inicio 4 de marzo de 2023 y fecha de presentación pública 4 de octubre de 2023.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

A3 Engineering
A3 Engineering

Nombre del Director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

En la actualidad, las empresas industriales suelen realizar inspecciones en sus líneas de producción para garantizar la calidad de sus productos. Una de las técnicas más empleadas es la inspección visual, que permite determinar si una pieza cuenta con defectos y realizar acciones acorde. Con el avance de la tecnología este proceso se ha logrado automatizar con el uso de sistemas de visión. Estos permiten realizar revisiones más precisas que las que puede hacer una persona y sobre el 100 % de las piezas.

Un sistema de visión industrial está conformado por cámaras, lentes, elementos de iluminación y dispositivos de procesamiento. Para trabajar dentro de una línea de manufactura automática tienen la capacidad de comunicarse con los controladores centrales del proceso, generalmente del tipo PLC (*Programmable Logic Controller*), a través de señales discretas o protocolos de comunicación industrial.

En el mercado existe una gran oferta de sistemas de visión industriales que ofrecen interfaces de programación simples con diversas herramientas incorporadas para facilitar los trabajos de inspección. Suelen ser flexibles a la hora de seleccionar componentes de iluminación, lentes y cámaras, y tienen la capacidad de comunicarse con controladores industriales a través de señales discretas y diferentes protocolos de comunicación. Su problema radica en sus altos costos, que pueden ser prohibitivos para muchas aplicaciones.

En lo que refiere al procesamiento de imágenes, los sistemas que se comercializan cuentan con un gran número de filtros, herramientas de detección y algoritmos de aprendizaje que se eligen según el problema a resolver. Las mismas consideraciones deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar el sensor, el lente y los elementos de iluminación, y también su disposición en el espacio. En general, este tipo de problemas suele ser complejo y requerir de un alto grado de ensayos previo a alcanzar el resultado deseado.

En este proyecto se busca conseguir un sistema de visión que permita procesar imágenes para determinar si, en un proceso industrial de producción, ciertas piezas con las que se trabaja cumplen con algunas restricciones específicas de calidad. Este debe ser de bajo costo y poder controlar un sistema de iluminación, tomar información de una cámara, enviar señales a un PLC y ofrecer una interfaz de usuario para su programación y monitoreo.

En la Figura 1 se muestra un diagrama en bloques del sistema a implementar. El proyecto abarca el diseño del software de la parte que aparece denominada como controlador y su interacción con los demás bloques. También se incluye el diseño y fabricación del bloque que se denomina Adaptación IO, que corresponde a un circuito eléctrico de acondicionamiento de señales. La selección de periféricos y de interfaz física es parte del proyecto.

Se plantea usar una placa controladora Raspberry Pi, que es de fácil acceso y cuenta con muchas herramientas para conectar cámaras y pantallas. Sobre esta se busca diseñar y construir otra plaqueta que aisle eléctricamente y transforme los niveles de tensión de las señales discretas para poder interactuar con un PLC.

El proyecto también involucra el diseño e implementación de una interfaz gráfica, a través de la cual se puedan programar las distintas herramientas de visión, los filtros de imagen, los algoritmos de reconocimiento y el envío de señales.

El proyecto se encarará como un trabajo personal junto a la organización A3 Engineering. Mediante un acuerdo con la empresa Cambre ICyFSA, se plantea ensayar el producto obtenido

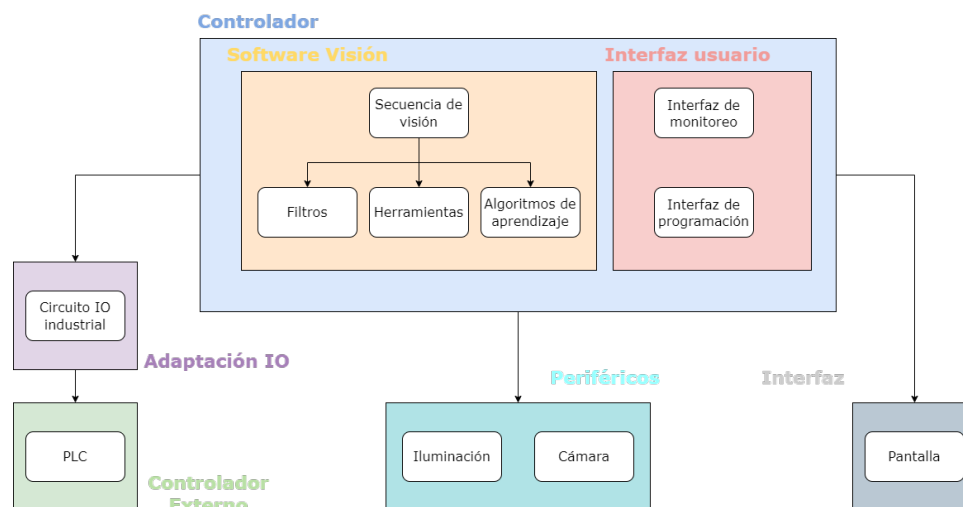


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

en algunos de sus procesos industriales para controlar la calidad de los productos según las especificaciones correspondientes.

En el aspecto comercial, el producto a obtener se planifica para poder ser vendido en el mercado, para tareas de automatización en procesos industriales. En la Figura 2 se presenta un esquema de modelo canvas del negocio. Como se puede observar, la propuesta de valor es ofrecer un producto que permita realizar automatizaciones, principalmente a pequeñas y medianas empresas para las cuales la inversión en sistemas convencionales de visión resulta de riesgo elevado.

Para alcanzar la propuesta de valor se busca alcanzar un sistema enfocado en resolver problemáticas simples, a un costo que permita una recuperación de la inversión más rápida y con soporte local en sudamérica, donde la oferta actual es escasa.



Figura 2. Modelo canvas del negocio

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	Alejandro Virgillo	A3 Engineering	Líder de proyecto
Cliente	Alejandro Virgillo	A3 Engineering	Líder de proyecto
Impulsor	Sector de Automatización	Cambre	-
Responsable	Alejandro Virgillo	FIUBA	Alumno
Colaboradores	Equipo de Ingeniería	Cambre	Ingenieros
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final
Usuario final	Equipo de Armado	Cambre	Operarios
Usuario final	Equipo de Automatización	Cambre	Técnicos

- Colaboradores: El equipo de ingeniería de Cambre puede dar lineamientos de problemas que tengan hoy con sus sistemas de visión en planta.
- Orientador: ESCRIBIR ACA ALGO
- Usuario final: Es importante ir ensayando los prototipos con los usuarios finales para obtener feedback del dispositivo.

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es obtener un sistema de visión flexible con una interfaz de programación básica que ofrezca algunas de las herramientas más comunes presentes en sistemas comerciales, pero a un costo significativamente menor.

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- Una interfaz de usuario para configurar programas de visión.
- La implementación de las herramientas de software de visión.
- El diseño de una plaqueta para adaptación de señales discretas.
- El desarrollo de un gabinete que abarque al sistema.
- El ensayo en planta del sistema.

El proyecto no incluye:

- La implementación de protocolos de comunicación industrial.
- El desarrollo de los algoritmos de visión.
- La implementación final en planta.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se supone que:

- El dinero disponible será suficiente para la adquisición de los materiales requeridos.
- Habrá stock de los componentes del sistema y no habrá problemas de importación.
- Las demoras para obtener los componentes no serán excesivas.
- La relación con la empresa Cambre se mantendrá durante el transcurso del proyecto.

6. Requerimientos

1. Requerimientos generales:

- 1.1. El sistema debe utilizar una Raspberry Pi 4. [SFVI-REQ001]
- 1.2. El software de visión y la interfaz gráfica deben ser procesados por la Raspberry Pi. [SFVI-REQ002]

- 1.3. El sistema debe alimentarse con 24 V de corriente continua. [SFVI-REQ003]
- 1.4. El tiempo máximo de una inspección debe ser menor a 3 segundos. [SFVI-REQ004]

2. Requerimientos de IO:

- 2.1. El sistema debe contar con una plaqueta de adaptación de señales discretas. [SFVI-REQ005]
- 2.2. Las señales discretas del sistema deben ser las disponibles en la Raspberry Pi. [SFVI-REQ006]
- 2.3. La plaqueta de adaptación de señales debe aislar eléctricamente las señales al menos a 3 KV, mediante el uso de optoacopladores. [SFVI-REQ007]
- 2.4. Las señales adaptadas deben ser del tipo PNP. [SFVI-REQ008]
- 2.5. La alimentación de las señales debe poder separarse de la alimentación del sistema. [SFVI-REQ009]
- 2.6. La alimentación de las señales debe poder estar entre 5 a 48 V de corriente continua. [SFVI-REQ010]

3. Requerimientos de Software:

- 3.1. El software debe tener un control de versiones. [SFVI-REQ011]
- 3.2. El sistema debe contar con una interfaz gráfica. [SFVI-REQ012]

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.

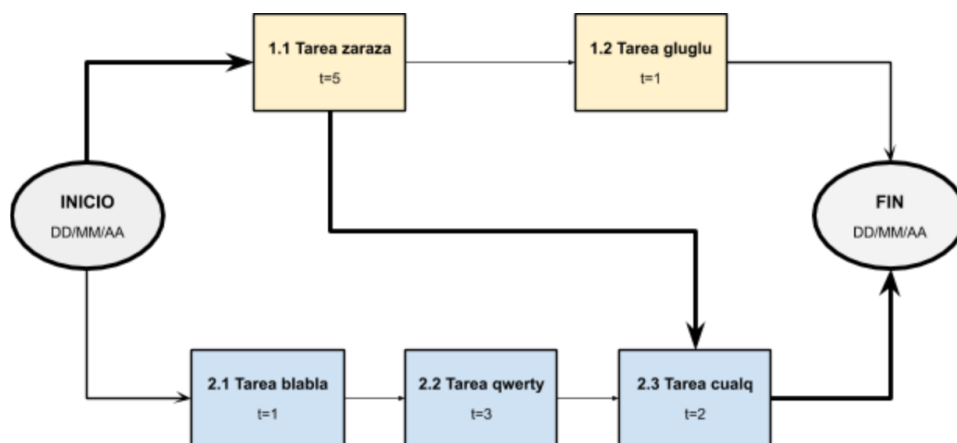


Figura 3. Diagrama de *Activity on Node*.

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 4, 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.

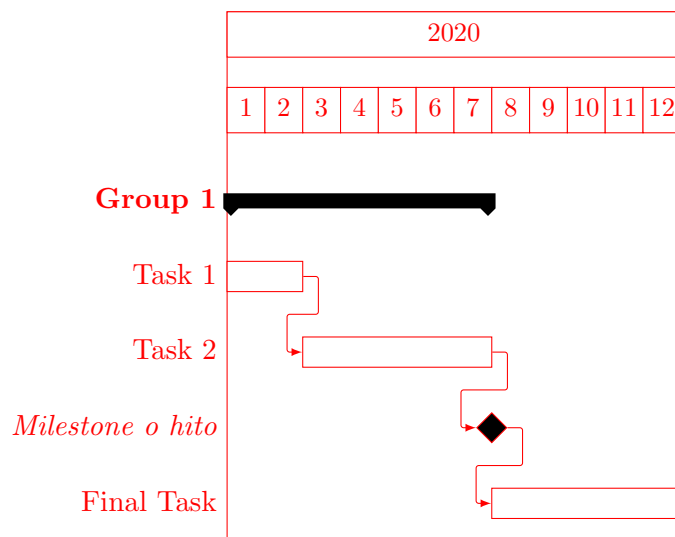


Figura 4. Diagrama de Gantt de ejemplo

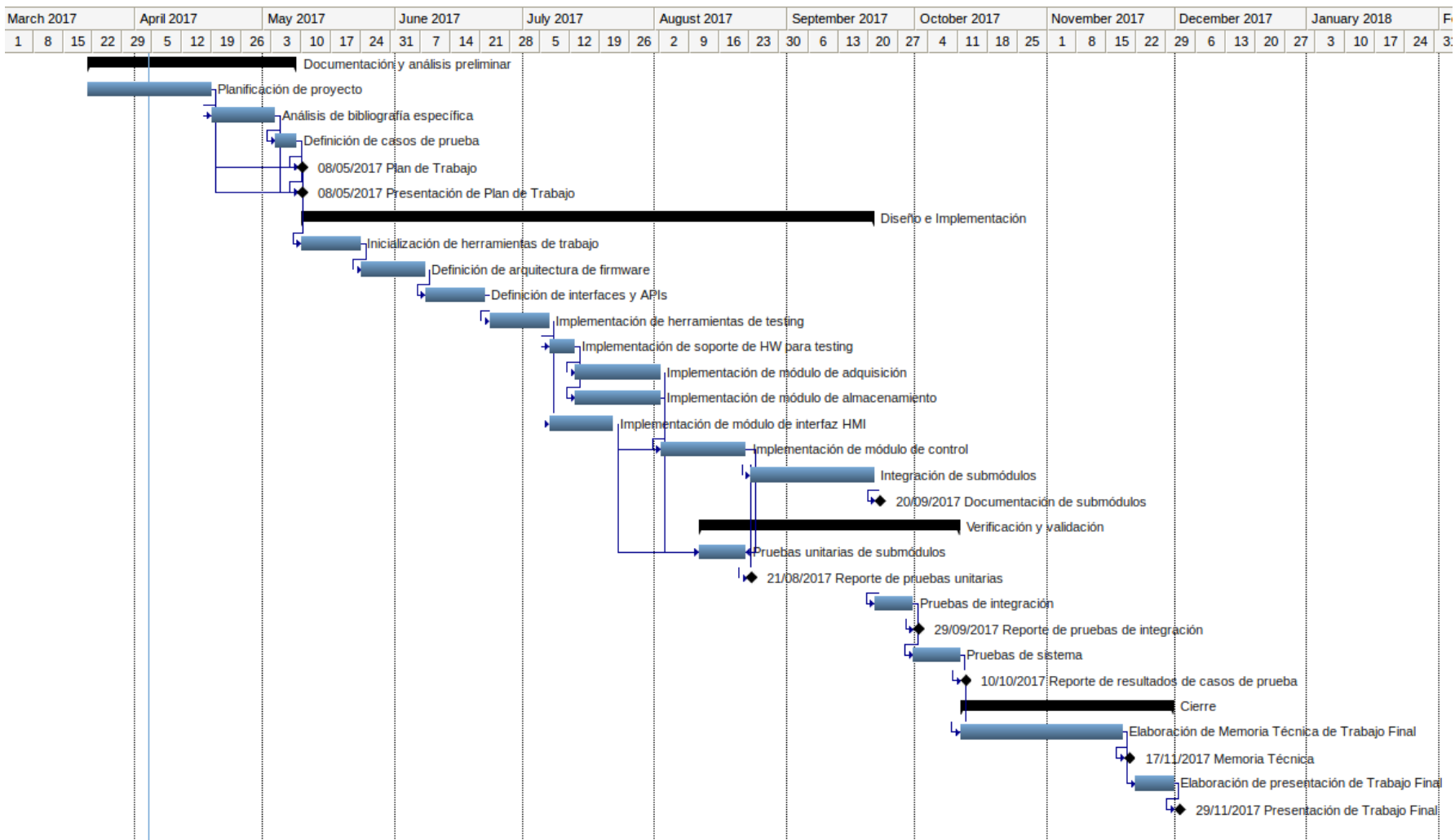


Figura 5. Ejemplo de diagrama de Gantt rotado

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.