



Detección de patologías en imágenes médicas de cabeza

Autor:

Ing. Agustín Acerbo

Director:

Esp. Ing. Alfonso Rafel (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 22 de agosto de 2023 y el 10 de octubre de 2023.*

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

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	22/08/2023
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	29/08/2023
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	05/09/2023
3	Se completa hasta el punto 12 inclusive	12/09/2023

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 22 de agosto de 2023

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Agustín Acerbo que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Detección de patologías en imágenes médicas de cabeza”, consistirá en la detección de patologías en radiografías o tomografías de cabeza, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 h de trabajo, con fecha de inicio 22 de agosto de 2023 y fecha de presentación pública 30 de junio de 2024.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Ignacio Acerbo
Consultorio Particular

Esp. Ing. Alfonso Rafel
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Aunque este lejos de reemplazar a los médicos, en los últimos años, la inteligencia artificial ha revolucionado la industria médica al ofrecer soluciones avanzadas para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. En particular, la aplicación de IA en el análisis de imágenes médicas, como tomografías computarizadas (CT) y resonancias magnéticas (MRI), ha demostrado un potencial significativo para mejorar la precisión y la eficiencia del diagnóstico.

En el caso del presente trabajo, en el área de otorrinolaringología, la lectura de las tomografías para todas las estructuras implicadas en la nariz y senos paranasales (incluyendo el seno maxilar) podría ser una herramienta sumamente valiosa tanto para el correcto diagnóstico de patologías así como también el estudio en profundidad de la anatomía propia del paciente.

La tomografía y su correcta lectura es de vital importancia a la hora de diagnosticar y planificar cirugías. A pesar de que un médico entrenado tiene sistematizada la evaluación de estas imágenes, la inteligencia artificial permitiría una disminución a las posibles fallas o sesgos que podría tener.

Para este proyecto se buscará lograr identificar con gran exactitud al menos una de las afecciones más comunes que se pueden encontrar en este tipo de estudios. Entre ellas:

- Hipertrofia mucosa.
- Quiste de retención mucoso.
- Sinusitis (ocupación por moco).
- Micetoma.

En la figura 1 se presenta un ejemplo imágenes de dos tomografías distintas, donde una de ellas muestra claramente que los senos maxilares se encuentran ocupados.

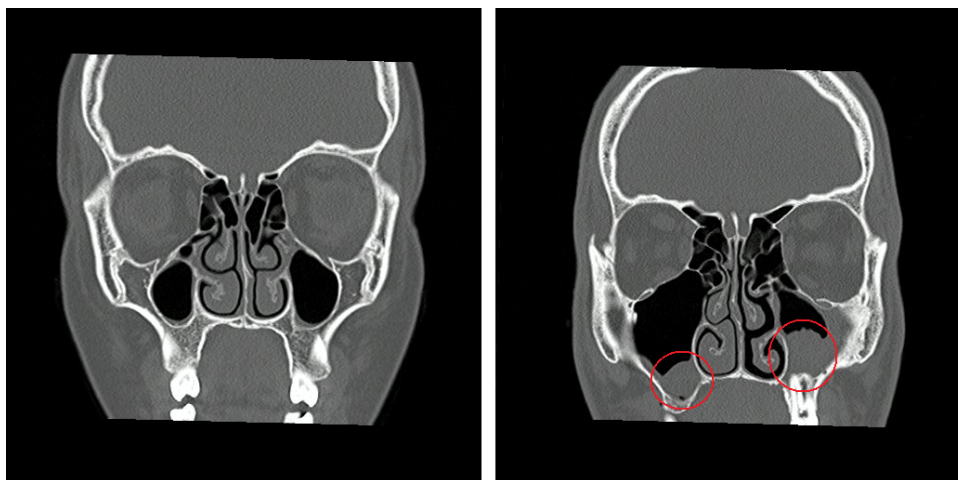


Figura 1. Tomografía de cabeza, a la izquierda senos maxilares libres, a la derecha senos maxilares ocupados.

Este tipo de solución permitirá mayor rapidez y exactitud en el diagnóstico de dichas patologías, además de permitir la automatización del estudio estadístico en la ocurrencia de estos.

En la figura 2 se presenta el diagrama de flujo del procedimiento para el diagnóstico del paciente con la herramienta que se desarrollará. El primer paso es realizar el estudio que genera la imagen médica, ya sea una resonancia o una tomografía. A continuación esta es procesada por el algoritmo utilizando IA para que finalmente el médico analice los resultados obtenidos y pueda así elegir el mejor tratamiento para el paciente.

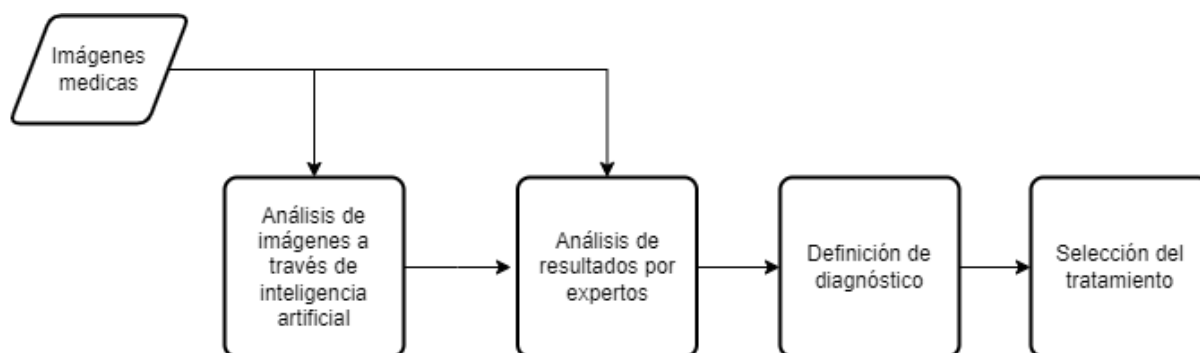


Figura 2. Diagrama de flujo para el diagnóstico por imágenes.

El proyecto permitirá mejorar la detección temprana de patologías en imágenes médicas de cabeza, buscando diagnósticos más rápidos y precisos, para finalmente obtener tratamientos más efectivos. Esto no solo mejora la atención al paciente sino que también puede reducir costos médicos y mejorar los resultados en salud.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Ignacio Acerbo	Consultorio Particular	Médico otorrinolaringólogo
Responsable	Ing. Agustín Acerbo	FIUBA	Alumno
Orientador	Esp. Ing. Alfonso Rafel	FIUBA	Director Trabajo final

- Cliente/Colaborador: es un profesional de la salud en el área de otorrinolaringología.
- Orientador: Esp. Ing. Alfonso Rafel, es un especialista en el área de inteligencia artificial y posee experiencia profesional en proyecto de clasificación de objetos en imágenes.

3. Propósito del proyecto

El objetivo de este proyecto es desarrollar un algoritmo de inteligencia artificial que emplea el procesamiento de imágenes médicas para identificar patologías presentes en radiografías o tomografías de cabeza. El propósito es asistir a los médicos en el análisis de este tipo de imágenes, reducir la posibilidad de que se generen errores de diagnóstico y finalmente se escoja un tratamiento que solucione la afección del paciente.

4. Alcance del proyecto

Este proyecto contempla el desarrollo de un algoritmo de inteligencia artificial que permita detectar patologías en tomografías de cabeza, con orientación frontal, a través del procesamiento de las imágenes. Su alcance se limita al desarrollo del modelo y del pipeline para la preparación del dataset (imágenes y datos médicos).

Este proyecto no contempla la detección de patologías en imágenes médicas con una orientación diferente a la definida o de otras partes del cuerpo, tampoco el despliegue de esta herramienta para su uso.

En cuanto a los entregables se realizará la entrega del análisis de los resultados obtenidos, arquitecturas de redes utilizadas, métodos de optimización y evaluación de performance. Solo se hará entrega de datasets utilizados que sean de acceso público y no se entregará el modelo final obtenido.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se contará con la disponibilidad de un tiempo de dedicación aproximado de 600 h.
- Se contará con el dataset mínimo necesario para el entrenamiento de la inteligencia artificial.
- Se contará con la colaboración de un médico y de un especialista en inteligencia artificial para subsanar dudas y dificultades que puedan encontrarse.
- El uso de recursos computacionales se ejecutará utilizando Visual Studio Code.
- No se trabajará en el despliegue de la solución para su uso. Se mantendrá la aplicación en un entorno controlado de desarrollo.

6. Requerimientos

Los requerimientos contemplados en el presente proyecto son:

1. Requerimientos funcionales:

- 1.1. El sistema procesará todas las imágenes que conforman la tomografía.
- 1.2. El modelo entrenado deberá devolver la patología detectada mostrando el área de la imagen donde se lo detectó.
- 1.3. El algoritmo deberá proteger cualquier tipo de información sensible que se maneje en este tipo de estudios.

2. Requerimiento de imágenes:

2.1. Se debe tener en cuenta que el entrenamiento se llevará a cabo utilizando imágenes de una determinada calidad, si se utiliza este algoritmo para el análisis de imágenes con una calidad inferior, la precisión de esta herramienta puede ser considerablemente menor a los resultados obtenidos en su desarrollo.

3. Requerimientos de documentación:

3.1. Se conformará un registro del desarrollo realizado incluyendo metodologías, problemas encontrados y resultados.

4. Requerimiento de testing:

4.1. El testeo final del algoritmo se llevará a cabo con el profesional de la salud especializado en las patologías detectadas.

Se debe tener en cuenta que el entrenamiento se llevará a cabo utilizando imágenes de una determinada calidad, si se utiliza este algoritmo para el análisis de imágenes con una calidad inferior, la precisión de esta herramienta puede ser considerablemente menor a los resultados obtenidos en su desarrollo.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

El criterio para calcular los *story points* de una historia de usuario consiste en analizarla en función de tres criterios:

- **Dificultad:** evalúa el tiempo que puede tomar realizar una tarea.
- **Complejidad:** evalúa qué tan sofisticada puede llegar a ser una tarea.
- **Incertidumbre:** evalúa el riesgo que implica realizar una tarea.

El puntaje de cada criterio será un número entero que pertenezca a la sucesión de Fibonacci. El peso total de cada historia será la suma de cada criterio. En caso de que la suma no sea un número de la sucesión, se aproximará al número mayor más cercano de ésta. Los puntajes que fueron asignados son los siguientes:

Valor	Dificultad	Complejidad	Incertidumbre
Bajo	1	1	1
Medio	3	5	5
Alto	5	8	8

Historia 1:

- **Médico otorrinolaringólogo:** como médico quiero reducir la posibilidad de error en el diagnóstico de patologías para elegir el mejor tratamiento para mis pacientes.
- **Dificultad:** baja (3). El análisis de las imágenes médicas por partes de un profesional entrenado es una tarea sistémica.

- **Complejidad:** alta (8). Garantizar un diagnóstico con total seguridad puede ser un desafío ya que puede haber manchas en la imagen producto de cuerpos extraños, anomalías propias de cada individuo, etc.
- **Incertidumbre:** alta (8). Un mal diagnóstico puede causar que se someta al paciente a un tratamiento que no solucione su afección y pueda tener consecuencias graves.

Puntaje total en la escala de Fibonacci: $3 + 8 + 8 = 19$, como este no es un valor de la escala el mayor siguiente es: **21**.

Historia 2:

- **Jefe del departamento de otorrinolaringología:** como jefe del departamento quiero automatizar los informes estadísticos de las afecciones más comunes entre los pacientes que se atienden en nuestra institución.
- **Dificultad:** alta(5). Juntar los resultados de cientos de pacientes para hacer un estudio estadístico es una tarea que lleva tiempo ya que se requiere revisar uno por uno los informes.
- **Complejidad:** baja (1). Realizar un estudio estadístico de los informes ya realizados no es una tarea compleja.
- **Incertidumbre:** medio (5). Estos informes ayudan a realizar tareas de prevención para la salud y dan una noción de que tan grave puede ser la situación social referida a dicha afecciones.

Puntaje total en la escala de Fibonacci: $5 + 1 + 5 = 11$, como este no es un valor de la escala el mayor siguiente es: **13**.

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son (ejemplo):

- Planificación del proyecto.
- Documentación sobre el desarrollo.
- Datasets de orig
- Análisis de performance.
- Informe final.

9. Desglose del trabajo en tareas

1. Planificación (30 h):

- 1.1. Elaboración de la planificación del proyecto (20 h).
- 1.2. Revisión de la planificación (5 h).
- 1.3. Presentación de la planificación (5 h).
2. Investigación (40 h):
 - 2.1. Búsqueda y lectura de papers relacionados (40 h).
3. Tareas con el dataset (235 h):
 - 3.1. Recopilación de imágenes (10 h).
 - 3.2. Estudio del formato dicom (20 h).
 - 3.3. Adecuación de las imágenes (40 h).
 - 3.4. Búsqueda de datasets de acceso público (tantas 15 h).
 - 3.5. Etiquetado de imágenes (150 h).
4. Desarrollo (220 h):
 - 4.1. Desarrollo de código (120 h).
 - 4.2. Entrenamiento de la IA (80 h).
 - 4.3. Evaluación de resultados (20 h).
5. Documentacion (80 h):
 - 5.1. Escritura de informe de avances (10 h).
 - 5.2. Documentación del trabajo (20 h).
 - 5.3. Confección del informe del trabajo final (40 h).
 - 5.4. Presentación final (10 h).

Cantidad total de horas: (605 h).

10. Diagrama de Activity On Node

En la figura 3 se muestran las referencias del diagrama de *Activity on Node*

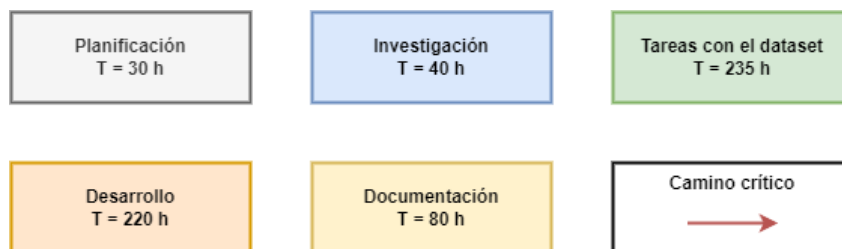


Figura 3. Referencias del diagrama de *Activity on Node*.

La figura 4 muestra el diagrama de Activity on Node donde se describen las duraciones y dependencias de las actividades para el desarrollo del presente trabajo. Se utilizaron flechas rojas para indicar el camino crítico, se calculó la duración de este camino en 555 h.

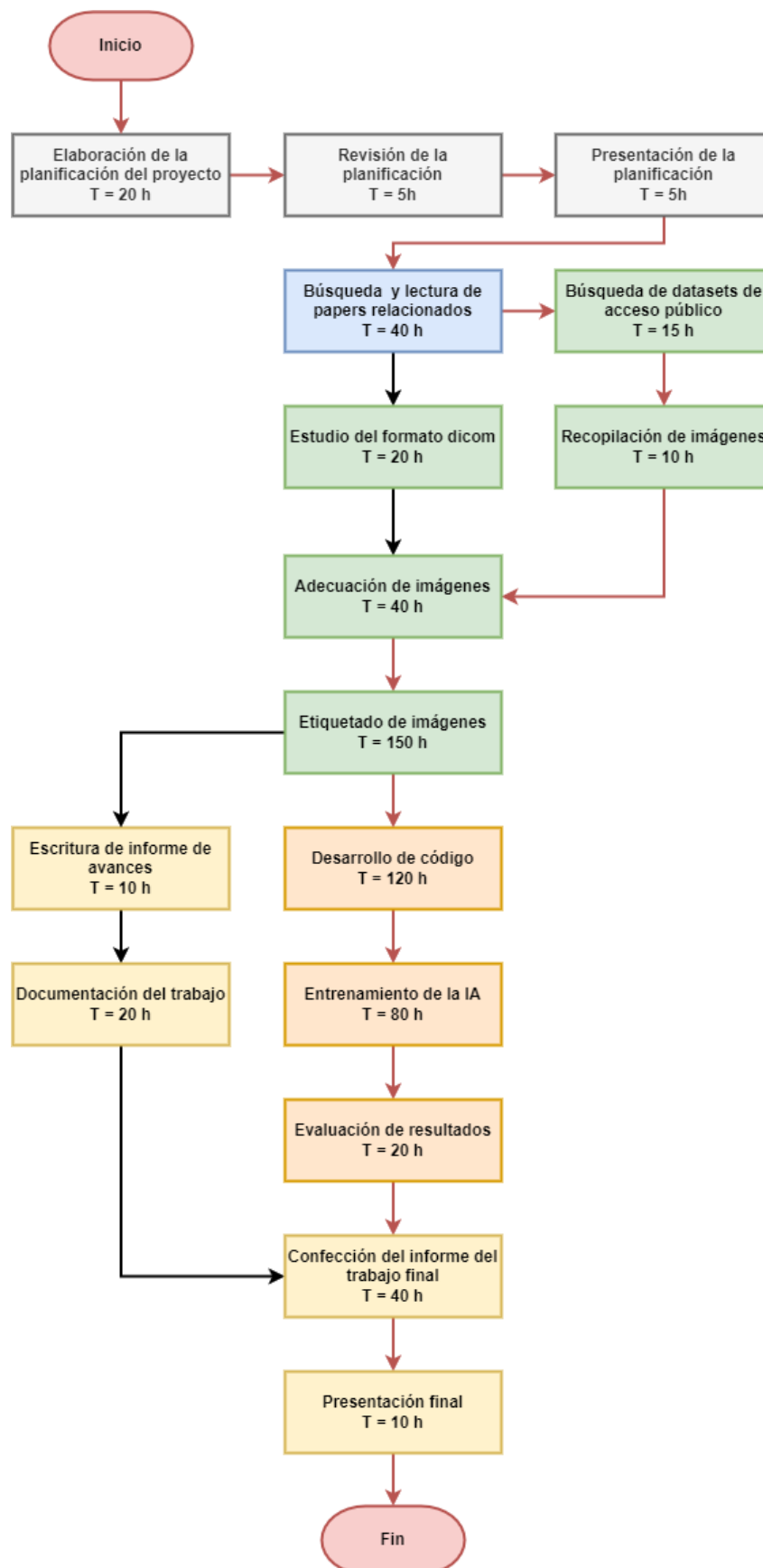


Figura 4. Diagrama de *Activity on Node*.

11. Diagrama de Gantt

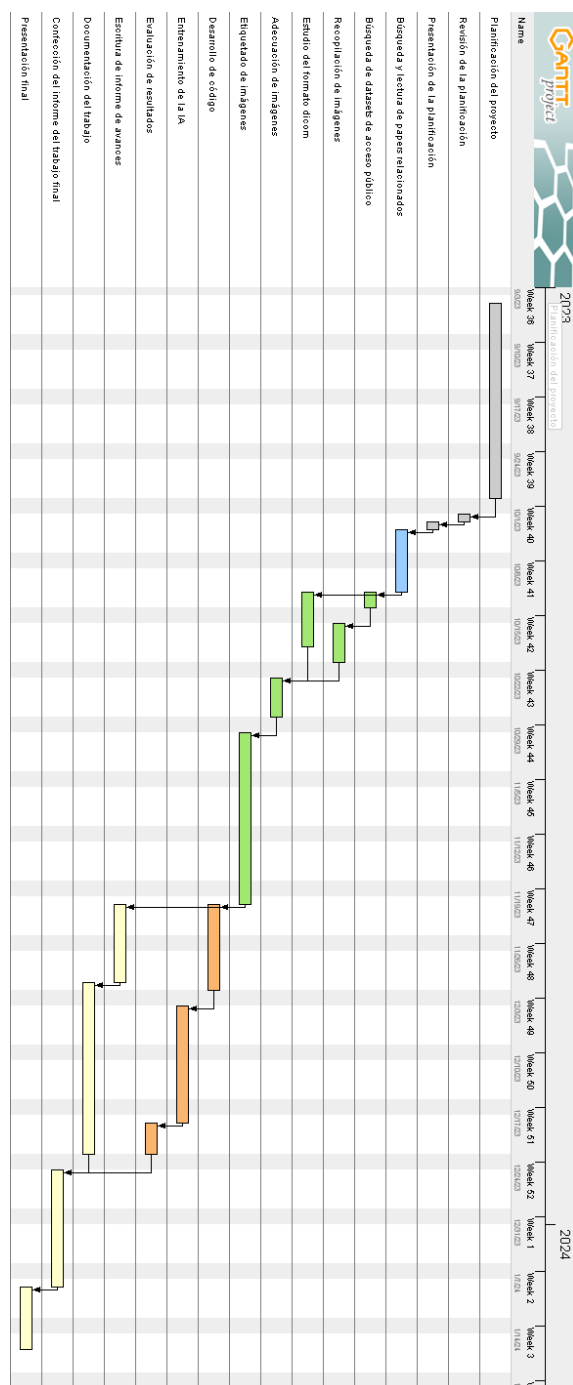


Figura 5. Diagrama de Gantt.

12. Presupuesto detallado del proyecto

En la siguiente tabla se detalla el presupuesto del proyecto en dólares estadounidenses. Se considera la compra de una computadora para el desarrollo del proyecto y los gastos de servicios necesarios.

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Horas laborales	605	\$10	\$6050
Compra de computadora dedicada	1	\$1500	\$1500
SUBTOTAL			\$7550
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Servicio de internet	8 meses	\$5	\$40
Servicio electrico	8 meses	\$15	\$120
SUBTOTAL			\$160
TOTAL			\$7710

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

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.