



Detección de Anomalías en Servicio de TV-over-IP mediante Autoencoder LSTM

Autor:

Ing. Christopher Charaf

Director:

Título y Nombre del director (buscando)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 24 de junio de 2025 y el 19 de agosto de 2025.*

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	8
7. Historias de usuarios (<i>Product backlog</i>).	9
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	24 de junio de 2025

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 24 de junio de 2025

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Christopher Charaf que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Detección de Anomalías en Servicio de TV-over-IP mediante Autoencoder LSTM” y consistirá en **la implementación de un sistema de Detección de Anomalías en Servicio de TV-over-IP mediante Autoencoder LSTM**. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de **600** horas y un costo estimado de **\$ 7000**, con fecha de inicio el 24 de junio de 2025 y fecha de presentación pública el 15 de diciembre de 2025.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Kaltura Inc.
Kaltura Inc.

Título y Nombre del director
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema de detección de anomalías en tiempo real aplicado a un servicio de televisión por protocolo de Internet (TV-over-IP) basado en interfaces de programación de aplicaciones (API). Este servicio es monitoreado mediante métricas recolectadas a través de Prometheus, con una frecuencia de muestreo de 30 segundos. El sistema propuesto busca identificar comportamientos inusuales o fallos en el servicio mediante la reconstrucción de secuencias de métricas utilizando un modelo Autoencoder basado en redes neuronales de memoria a largo y corto plazo (LSTM, por sus siglas en inglés: *Long Short-Term Memory*).

Dicho esto, el cliente se trata de una empresa llamada "Kaltura Inc.", la cual provee servicios de TV-over-IP sobre infraestructura en la nube de Amazon Web Services (AWS). Esta empresa se enfrenta al desafío creciente de modernizar sus herramientas de monitoreo para mejorar la capacidad de reacción ante fallos en producción, sin depender exclusivamente de soluciones externas. Por este motivo, este desarrollo responde a una necesidad concreta del área de operaciones y calidad de servicio de la organización frente a sus clientes.

Actualmente, los métodos tradicionales de monitoreo utilizan umbrales fijos o alertas manuales, lo cual resulta ineficiente frente a comportamientos no triviales o patrones de uso dinámicos. Además, muchas herramientas de monitoreo de terceros requieren la exposición de métricas internas a servicios externos, comprometiendo la privacidad de los datos o aumentando la propensión a ataques. En contraste, este proyecto propone una solución propietaria, basada en aprendizaje automático, que permita detectar anomalías de manera autónoma, no invasiva y segura.

Desde el punto de vista técnico, el modelo recibirá como entrada ventanas deslizantes de tiempo compuestas por un número a definir de métricas técnicas que reflejan el rendimiento del servicio en tiempo real. Se utilizarán técnicas de ingeniería de características (*feature engineering*) como la codificación cíclica del horario y variables contextuales que representen ventanas de mantenimiento y fines de semana para mejorar la sensibilidad del modelo frente a patrones estacionales.

Se empleará una arquitectura LSTM Autoencoder que aprende a reconstruir secuencias temporales multivariadas. Si el error de reconstrucción del mismo excede un umbral previamente definido, se considera que ocurrió una anomalía. En caso de detección, se emitirán alertas automáticas a través de la plataforma de alertas Opsgenie y se generarán enlaces a paneles de visualización de métricas como Grafana con el contexto temporal de la anomalía.

Esta propuesta se encuentra actualmente en su etapa inicial de planeamiento, donde se están definiendo tanto la arquitectura del modelo como las herramientas de integración con el ecosistema de monitoreo ya existente. La innovación principal reside en la aplicación de redes neuronales recurrentes para detección de anomalías directamente dentro del entorno técnico de la empresa, sin depender de soluciones comerciales de terceros. Esto refuerza la privacidad de los datos sensibles del sistema y de los usuarios, y permite una mayor adaptabilidad a los cambios en el comportamiento del servicio.

En comparación con el estado del arte, esta solución se destaca por su enfoque específico a servicios basados en API en tiempo real, su integración directa con herramientas de acumulación de métricas Prometheus y Grafana y por aplicar técnicas avanzadas de aprendizaje profundo en lugar de reglas estáticas. Esto la convierte en una alternativa más precisa, segura, escalable y personalizada.

Cabe mencionar que no existen fuentes de financiamiento externo ni convenios públicos involucrados. El proyecto se desarrolla como parte del trabajo profesional del autor, y de acuerdo con el contrato vigente con la empresa, la propiedad intelectual de todos los entregables pertenece a la organización.

El cliente interno de este desarrollo es el área de operaciones de la empresa, que valora especialmente la capacidad de detección proactiva de incidentes, la integración fluida con su infraestructura existente y la reducción de falsos positivos. Necesita una solución confiable, sustentable y alineada con sus políticas de seguridad.

En la figura 1 se presenta el diagrama en bloques del sistema. Se observa que el flujo de datos comienza con la recolección de métricas desde Prometheus a través de su API, las cuales se almacenan en un marco de datos (*dataframe*) y luego se someten a un proceso de preprocesamiento e ingeniería de características. A continuación, estas métricas son introducidas en un modelo Autoencoder basado en redes LSTM, compuesto por un codificador (*encoder*) y un decodificador (*decoder*), que tiene como objetivo reconstruir la secuencia original de datos. El sistema evalúa el error de reconstrucción de dichas métricas y lo compara contra un umbral definido: si el error excede dicho umbral, se considera que ocurrió una anomalía. En ese caso, se dispara una alerta automática hacia Opsgenie y se genera un enlace contextual hacia un panel de visualización en Grafana, lo que permite al equipo de operaciones inspeccionar el evento detectado con información visual en tiempo real.

Si no se detecta anomalía, el sistema continúa procesando los siguientes datos de forma continua y en tiempo real.

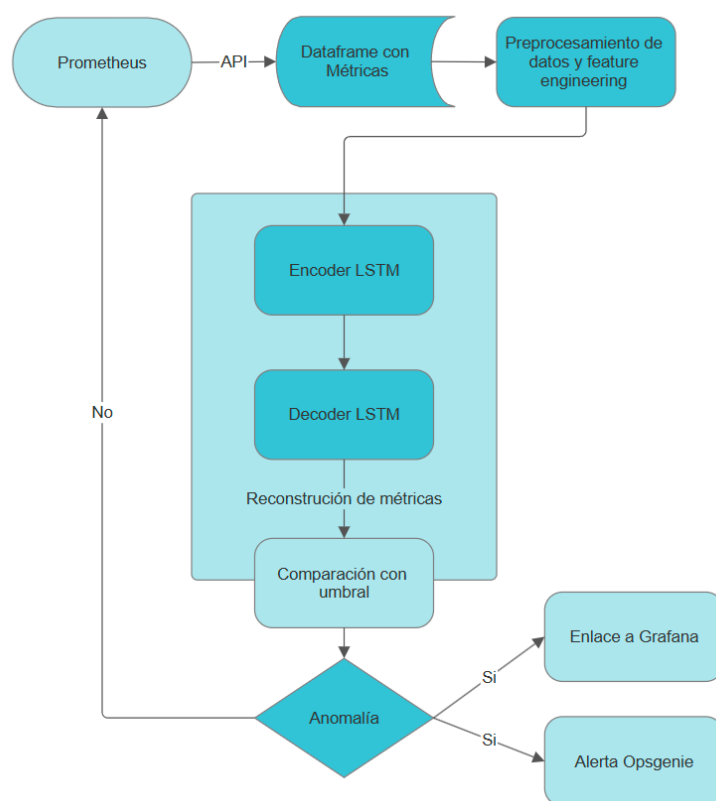


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante	Kaltura Inc.	Kaltura Inc.	Departamento de soporte y operaciones
Responsable	Ing. Christopher Charaf	FIUBA	Alumno
Orientador	Título y Nombre del director	buscando	Director del Trabajo Final
Usuario final	Kaltura Inc.	Kaltura Inc.	Departamento de soporte y operaciones

- Orientador: a definir.
- Auspiciante: será el mismo usuario final de la solución, valora costos y organización en los procesos automatizados.

3. Propósito del proyecto

Diseñar e implementar un sistema inteligente que permita detectar anomalías en tiempo real dentro de un servicio de televisión por protocolo de *Internet* (TV-over-IP), basado en APIs y desplegado sobre infraestructura en la nube. Mediante el uso de un modelo *autoencoder* basado en redes neuronales LSTM, se busca brindar a la empresa una herramienta robusta y segura para el monitoreo continuo de métricas técnicas clave, mejorando su capacidad de respuesta ante incidentes, minimizando el tiempo de inactividad del servicio y garantizando una mayor calidad de experiencia para sus usuarios finales.

4. Alcance del proyecto

El proyecto **incluye**:

- La definición y análisis de métricas críticas del servicio de TV-over-IP recolectadas desde Prometheus mediante su API.
- El diseño e implementación de una serie de procesos(*pipeline*) de procesamiento de datos, incluyendo:
 - Normalización de variables.
 - *Feature engineering* (codificación cíclica de hora, día, etc.).
 - Construcción de ventanas deslizantes para series temporales.
- El desarrollo de un modelo de detección de anomalías basado en Autoencoder LSTM, entrenado para reconstruir secuencias multivariadas normales.
- La integración del sistema con herramientas de monitoreo existentes:
 - Generación de alertas automáticas vía Opsgenie.
 - Enlace contextual a paneles de Grafana.

- La validación del sistema en un entorno de producción con datos reales históricos.
- La elaboración de documentación técnica y funcional del prototipo.

El presente proyecto **no incluye**:

- El desarrollo de interfaces gráficas adicionales fuera de Grafana.
- La implementación de acciones correctivas automáticas posteriores a la detección de anomalías.
- La gestión directa de recursos en AWS ni tareas de infraestructura subyacente (como escalado automático, balanceo de carga, etc.).

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

1. Kaltura Inc. brindará acceso a las métricas necesarias a través de su instancia de Prometheus mediante API REST, así como también a sus paneles de visualización en Grafana.
2. El *dataframe* histórico utilizado para entrenamiento estará disponible, completo y será representativo del comportamiento normal del sistema en condiciones reales de operación.
3. Se contará con los recursos computacionales necesarios (por ejemplo, GPU opcional) para el entrenamiento del modelo LSTM Autoencoder en un entorno controlado por Kaltura Inc..
4. Las herramientas de integración como Opsgenie y Grafana ya están operativas y disponibles para pruebas dentro de la infraestructura de la empresa.
5. No se producirán cambios drásticos en el comportamiento del servicio durante el período de entrenamiento y validación que comprometan la utilidad del modelo.
6. El equipo de operaciones colaborará en la validación funcional del sistema, especialmente en la evaluación de falsos positivos y en el ajuste del umbral de alerta en base a estándares existentes en la empresa.
7. Las condiciones legales, de seguridad y de confidencialidad establecidas en el contrato del autor con la empresa se mantendrán vigentes y permitirán el desarrollo del proyecto sin restricciones externas.

6. Requerimientos

Los requerimientos deben enumerarse y de ser posible estar agrupados 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.

Se debe indicar explícitamente el criterio para calcular los *story points* de cada historia.

El formato propuesto es:

1. “Como [rol] quiero [tal cosa] para [tal otra cosa].”
Story points: 8 (complejidad: 3, dificultad: 2, incertidumbre: 3)

8. Entregables principales del proyecto

Los entregables del proyecto son (ejemplo):

- Manual de usuario.
- Diagrama de circuitos esquemáticos.
- Código fuente del firmware.
- Diagrama de instalación.
- Memoria del trabajo 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 (suma h)
 - 1.1. Tarea 1 (tantas h)
 - 1.2. Tarea 2 (tantas h)
 - 1.3. Tarea 3 (tantas h)
2. Grupo de tareas 2 (suma h)
 - 2.1. Tarea 1 (tantas h)
 - 2.2. Tarea 2 (tantas h)
 - 2.3. Tarea 3 (tantas h)
3. Grupo de tareas 3 (suma h)
 - 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.

¡Importante!: la unidad de horas es h y va separada por espacio del número. Es incorrecto escribir “23hs”.

Se recomienda que no haya ninguna tarea que lleve más de 40 h. De ser así se recomienda dividirla en tareas de menor duración.

10. Diagrama de Activity On Node

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

Una herramienta simple para desarrollar los diagramas es el Draw.io (<https://app.diagrams.net/>). Draw.io

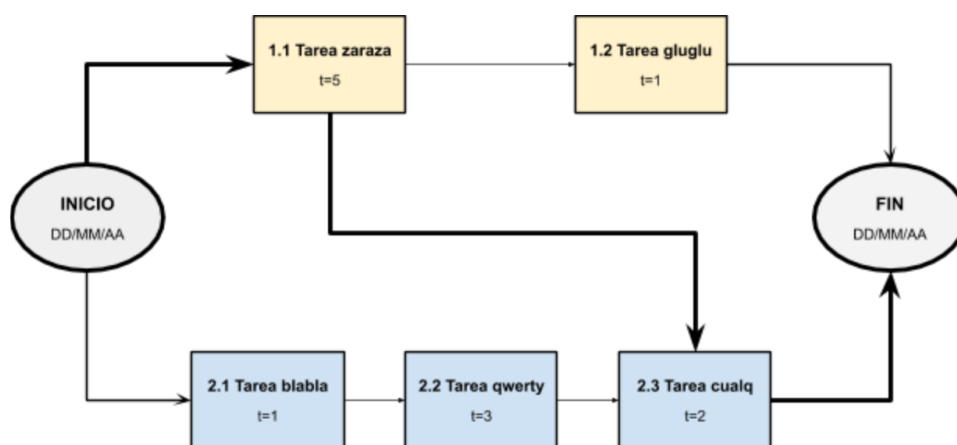


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

Indicar claramente en qué unidades están expresados los tiempos. De ser necesario indicar los caminos semi críticos y analizar sus tiempos mediante un cuadro. Es recomendable usar colores y un cuadro indicativo describiendo qué representa cada color.

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.

Las fechas pueden ser calculadas utilizando alguna de las herramientas antes citadas. Sin embargo, el siguiente ejemplo fue elaborado utilizando esta hoja de cálculo.

Es importante destacar que el ancho del diagrama estará dado por la longitud del texto utilizado para las tareas (Ejemplo: tarea 1, tarea 2, etcétera) y el valor *x unit*. Para mejorar la apariencia del diagrama, es necesario ajustar este valor y, quizás, acortar los nombres de las tareas.

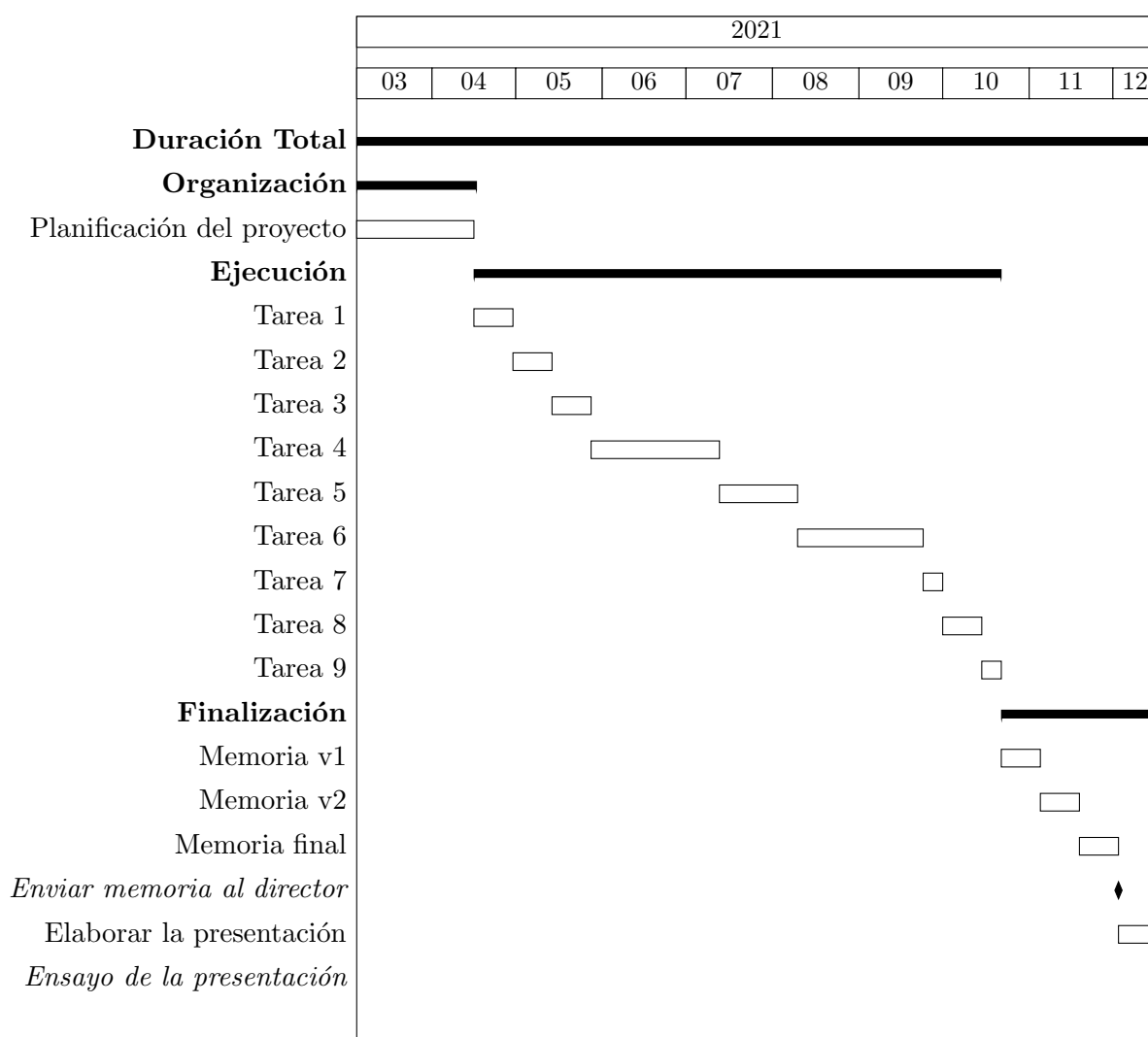


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo



Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt (apaisado).

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**.

Incluir la aclaración de si se emplea como moneda el peso argentino (ARS) o si se usa moneda extranjera (USD, EUR, etc). Si es en moneda extranjera se debe indicar la tasa de conversión respecto a la moneda local en una fecha dada.

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): X.
Justificación...

- Ocurrecia (O): Y.
Justificación...

Riesgo 3:

- Severidad (S): X.
Justificación...
- Ocurrecia (O): Y.
Justificación...

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 con su correspondiente número.

- 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, 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.