



**FACULTAD
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

Cargador de Baterías Modular con Monitoreo Remoto

Autor:

Felipe A. Calcavecchia

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 27 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	7
1. Propósito del proyecto	7
2. Alcance del proyecto	7
3. Supuestos del proyecto	8
4. Requerimientos	8
5. Entregables principales del proyecto	9
6. Desglose del trabajo en tareas	10
7. Diagrama de Activity On Node	11
8. Diagrama de Gantt	11
9. Matriz de uso de recursos de materiales	12
10. Presupuesto detallado del proyecto	12
11. Matriz de asignación de responsabilidades	13
12. Gestión de riesgos	13
13. Gestión de la calidad	14
14. Comunicación del proyecto	15
15. Gestión de Compras	15
16. Seguimiento y control	15
17. Procesos de cierre	15

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	27/06/2020
1.1	Se completó Propósito, Alcance, Supuestos, Requerimientos, Entregables y Desglose del trabajo en tareas	10/07/2020

Acta de Constitución del Proyecto

Buenos Aires, 27 de junio de 2020

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Felipe A. Calcavecchia que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos se titulará “Cargador de Baterías Modular con Monitoreo Remoto”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de una fuente utilizada como cargador y una placa de control que garantice la funcionalidad del mismo, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$60.000, con fecha de inicio 27 de junio de 2020 y fecha de presentación pública 5 de diciembre de 2020.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Luis A. Rosende
proba Baterías

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

Hoy en día las baterías de uso industrial constituyen una parte fundamental en sistemas de respaldo de alimentación, vehículos de tracción eléctrica y otros multiples usos. Su elevado costo respecto de los dispositivos que alimentan, hacen que un buen uso y mantenimiento sea una cuestión a tener en cuenta a la hora de considerar su vida útil.

Todo esto lleva a la necesidad de desarrollar un cargador que asegure una carga adecuada (en tensión y corriente), de acuerdo al tipo de batería, a su estado de carga y a las condiciones ambientales que la rodean.

Si tenemos en cuenta que el mercado local ofrece algunos cargadores nacionales, la mayoría se basan en tecnologías antiguas. Por el lado de los importados, tecnológicamente mas avanzados, necesitan certificaciones aduaneras que elevan su precio.

Si bien la empresa produce cargadores, estos son un complemento en la comercialización de baterías para automoviles. Con este proyecto se pretende aumentar la presencia de la compañía en el segmento del mercado que corresponde a las baterías industriales expandiendo su modelo de negocio a otras áreas menos explotadas.

En la Figura 1 se puede observar el modelo Canvas de negocio.

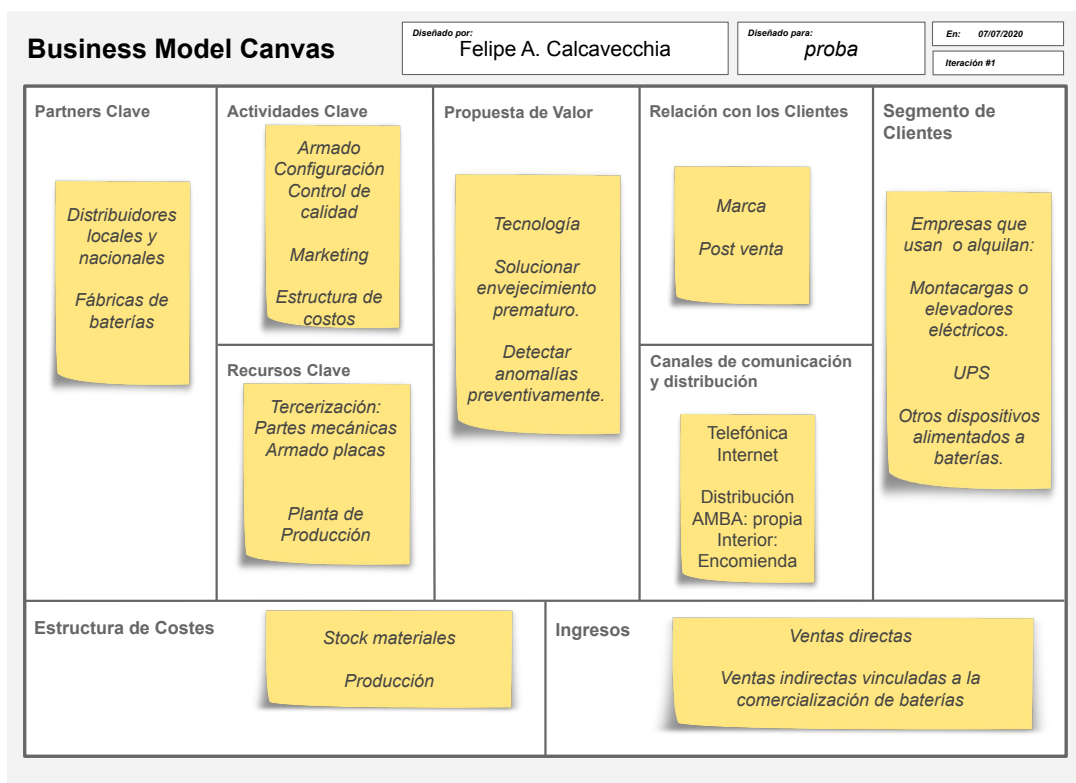


Figura 1: Modelo Canvas de negocio

El presente proyecto se destaca en tres aspectos que le agregan valor, dos enfocados en el consumidor final y uno en el cliente.

En lo pertinente al consumidor final, y desde el punto de vista del hardware, se descartan los voluminosos y pesados transformadores por fuentes conmutadas de alta frecuencia, mas eficaces, pequeñas y livianas.

Desde el lado del firmware de control, este, permite adaptarse a cada tipo de banco de baterías en forma particular. Además como aspecto innovador, se incorpora un monitoreo de cada una de las cargas que realiza y con esa información genera un log que permite hacer un análisis periódico

del estado de la batería y activar alarmas tempranas en caso de detectar alguna anomalía.

Por el lado del cliente, se beneficia al disminuir stock inmovilizado, teniendo un solo modelo de cargador modularizado y configurable, en vez de varios cargadores, uno por cada tipo de batería, simplificando su producción y ahorrando costos.

En la Figura 2 se muestra el diagrama en bloques del proyecto a realizar. Se observa que el cargador posee una disposición modular en la que admite 1, 2 ó 3 fuentes. Cada una puede aportar hasta 40 Amperes. Esto posibilita configurar el cargador para adaptarse a los requerimientos de los distintos tipos de baterías, abarcando las tensiones standards más utilizadas (12V, 24V, 36V y 48V) y corrientes de carga que pueden ir desde 1A hasta 120A.

La placa que controla al cargador contiene un microprocesador capaz de suministrar tres señales PWM independientes que manejan las tensiones de salidas de las tres fuentes, cinco canales ADC para leer sensores, un puerto con entradas/salidas digitales para el display, teclado, relés de alarma y otros accesorios como indicadores luminosos, ventiladores, etc, y por último una comunicación serie para los módulos de WIFI y el reloj de tiempo real.

El firmware controla, en forma secuencial, cuatro etapas de carga:

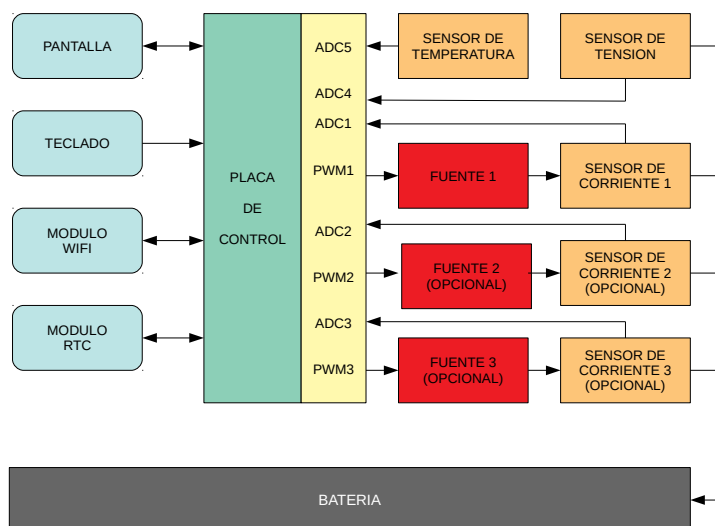


Figura 2: Diagrama en bloques del sistema

1. CARGA A FONDO: Suministra aproximadamente el 80 % de la carga total, se realiza a corriente constante y se registra el tiempo de duración.
2. CARGA POR ABSORCION: Le entrega el 20 % restante de carga y se realiza a tensión constante. Dura aproximadamente el mismo tiempo que la carga a Fondo.
3. CARGA A FLOTE: Cuando finaliza la carga, se fija una tensión y corriente máxima de forma que la batería pueda quedar conectada al cargador indefinidamente sin provocar sobrecargas.
4. ECUALIZACIÓN: Cada un número determinado de cargas, se realiza este paso para emparejar los elementos que conforman la batería. Se hace forzando una sobrecarga durante un tiempo controlado relativamente corto.

Las corrientes de las fuentes son medidas y comparadas con las de referencia, generando una señal de error que se usa para actuar sobre los PWM's formando un sistema de lazo cerrado que se controla por un algoritmo PID. Al finalizar la carga, se genera un registro identificando parámetros como, tensión, corriente, fecha y hora de inicio y finalización, Ampere-Hora suministrado, temperatura y cantidad de cargas realizadas. Estos datos sirven para llevar una "historia clínica" de la batería y verificar si existe alguna anomalía para activar las correspondientes alarmas.

Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Auspiciante Cliente Impulsor	Luis A. Rosende	<i>proba</i> Baterías	Dto. Ventas
Responsable	Felipe A. Calcavecchia	<i>proba</i> Instrumentos	Ing. Desarrollo
Equipo	Luca Calcavecchia	UTN-FRH	Alumno
Orientador	Nombre del Director	pertenencia	Director Trabajo final
Usuario final	Empresas	-	-

- El Auspiciante, Cliente e Impulsor es el titular de *proba* Baterías y socio con el Responsable del proyecto en *proba* Instrumentos.
- El Equipo se encarga del diseño del gabinete y la documentación correspondiente.

1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es diseñar e implementar un prototipo funcional de un cargador de baterías modular, aplicando los conocimientos que se van adquiriendo en el curso. A su vez que esos conocimientos sirvan para ser incorporados como metodología de trabajo a futuros productos realizados en la empresa.

2. Alcance del proyecto

Este proyecto incluirá el diseño y construcción de un prototipo funcional de un cargador de baterías que conste de un sistema embebido formado por una placa, que interactúe con sus periféricos y controle las fuentes de carga. También se incluirá toda la documentación y archivos necesarios para su producción, como su manual de uso e instalación.

No queda incluido en el presente proyecto, el diseño y construcción de las fuentes, el diseño del gabinete y partes mecánicas. Tampoco incluye la implementación de una aplicación de software para la lectura remota del reporte de cargas. Solo se enviarán los datos crudos del log.

3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

1. Se dispondrá de la información de marketing de los posibles usuarios para analizar las funcionalidades del proyecto.
2. Se contará con los suficientes recursos económicos para la compra de todo el material necesario.
3. Se supone que los componentes a utilizar se consiguen localmente o que se dispone de todos los requisitos necesarios para su importación en caso de ser necesario.
4. Se supone que las fuentes a utilizar tienen el correspondiente certificado de seguridad eléctrica.
5. Se supone que los tiempos de importación están dentro de lo planificado.
6. Se supone que los tiempos de fabricación están dentro de lo planificado.
7. Se supone que se tendrá acceso a las instalaciones y elementos necesarios para realizar las pruebas de campo.
8. Debido a que las pruebas de campo son de larga duración, se dispondrá del tiempo necesario para usar las instalaciones sin restricciones.

4. Requerimientos

Los requerimientos del presente proyecto se establecieron luego de acordar con el cliente y muchos a sugerencia de posibles usuarios finales. Los mismos se describen a continuación en orden prioritario.

1. Requerimientos generales del proyecto

- 1.1. Fecha de entrega del proyecto terminado: 5 de Julio de 2021
- 1.2. El responsable asegura al cliente el know-how del proyecto.
- 1.3. Podrá alimentarse con línea de red monofásica o trifásica.
- 1.4. Deberá contemplar protecciones de alimentación a través de llaves térmicas.

2. Requerimientos funcionales

2.1. Requerimientos de Hardware

- 2.1.1. El dispositivo debe contemplar un diseño modular.
- 2.1.2. El diseño modular debe permitir su reconfiguración.
- 2.1.3. Debe tener un teclado accesible para su configuración y manejo.

- 2.1.4. Debe poseer un display que permita visualizar la configuración y parámetros mensurables.
- 2.1.5. Debe poseer indicadores luminosos bien visibles.
- 2.1.6. Cada fuente debe tener su propio sensor de corriente.
- 2.1.7. El sensor de tensión es común a todas las fuentes.
- 2.1.8. Se agrega un botón de parada de emergencia.

2.2. Requerimientos de Firmware

- 2.2.1. Debe permitir configurar la tensión y corriente máxima de carga.
- 2.2.2. Debe permitir configurar los tiempos máximos para cada etapa de carga.
- 2.2.3. Debe guardar al menos dos configuraciones.
- 2.2.4. Tendrá que medir tensión, corriente y temperatura.
- 2.2.5. Tendrá que garantizar cuatro etapas de carga:
 - 2.2.5.1. Carga a Fondo.
 - 2.2.5.2. Carga por Absorción.
 - 2.2.5.3. Carga a Flote.
 - 2.2.5.4. Ecualización.
- 2.2.6. Tendrá un algoritmo de parada de emergencia.
- 2.2.7. El control de carga se realizará por un algoritmo PID
- 2.2.8. Se registrará la fecha y hora de inicio y finalización de cada carga a través de un RTC.
- 2.2.9. Debe guardar las últimas mil cargas realizadas.
- 2.2.10. Con los datos recavados se podrá determinar anomalías y generar alarmas.
- 2.2.11. El registro de datos almacenados debe estar disponible para ser consultado remotamente.

3. Requerimientos no funcionales

- 3.1. Se deberá generar documentación:
 - 3.1.1. Esquemas eléctricos.
 - 3.1.2. Manual de instalación.
 - 3.1.3. Manual de uso.
- 3.2. Se contará con la correspondiente certificación eléctrica otorgada por un laboratorio habilitado.
- 3.3. El grado de protección del sistema debe ser como mínimo IP50.
- 3.4. Se debe garantizar un servicio de post venta por al menos 5 años.

5. Entregables principales del proyecto

- Plan de trabajo
- Memoria del proyecto
- Prototipo funcional
- Diagrama esquemático
- Manual de instalación
- Manual de uso
- Código fuente

6. Desglose del trabajo en tareas

1. Planificación del proyecto (20hs)

- 1.1. Definición de requerimientos con el cliente (5hs)
- 1.2. Confección del plan de trabajo (15hs)

2. Investigación preliminar (65hs)

- 2.1. Información sobre la competencia (5hs)
- 2.2. Análisis técnico-económico (10hs)
- 2.3. Análisis comparativo para determinar que microprocesador usar (10hs)
- 2.4. Investigación sobre los perisféricos a utilizar (15hs)
- 2.5. Estudio de los datasheet de los periféricos elegidos (25hs)

3. Desarrollo del Hardware (140hs)

- 3.1. Diseño del diagrama esquemático (30hs)
- 3.2. Diseño del diagrama de conexión (20hs)
- 3.3. Diseño de los PCB's preliminares (30hs)
- 3.4. Armado de los PCB's (10hs)
- 3.5. Ensamblado del prototipo inicial (10hs)
- 3.6. Pruebas y ensayos preliminares (40hs)

4. Desarrollo del Firmware (250hs)

- 4.1. Definición de funciones a realizar (30hs)
- 4.2. Modularización del código
 - 4.2.1. Módulo de inicialización (10hs)
 - 4.2.2. Módulo de teclado (10hs)
 - 4.2.3. Módulo del menú y presentación (30hs)
 - 4.2.4. Módulo de configuración (40hs)
 - 4.2.5. Módulo de adquisición de datos (25hs)
 - 4.2.6. Módulo PID de control (20hs)
 - 4.2.7. Módulo de comunicación con perisféricos (30hs)
 - 4.2.8. Módulo para guardar los registros (20hs)
 - 4.2.9. Módulo de diagnóstico y alarmas (35hs)

5. Verificación y validación (90hs)

- 5.1. Integración del sistema (20hs)
- 5.2. Pruebas de campo (40hs)
- 5.3. Correcciones de los PCB's (10hs)
- 5.4. Búsqueda de posibles bugs (10hs)
- 5.5. Ensamblado final del prototipo (10hs)

6. Proceso de cierre (95hs)

- 6.1. Elaboración de la documentación y manuales (20hs)

6.2. Elaboración de la memoria técnica (60hs)

6.3. Preparación de la presentación final (15hs)

Cantidad total de horas: (660 hs)

7. Diagrama de Activity On Node

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

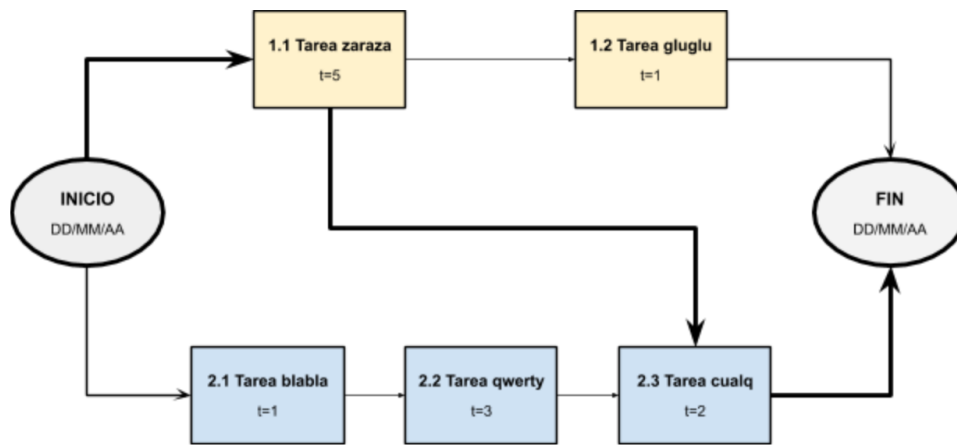


Figura 3: Diagrama en *Activity on Node*

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 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.

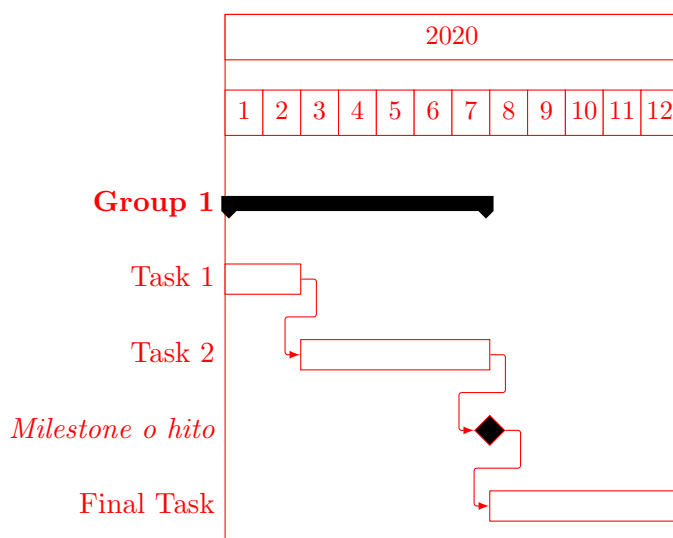


Figura 4: Diagrama de gantt de ejemplo

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 Felipe A. Calcavecchia	Orientador Nombre del Director	Equipo Nombre de alguien	Cliente Luis A. Rosende

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.

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.

SEGUIMIENTO DE AVANCE					
Tarea del WBS	Indicador de avance	Frecuencia de reporte	Resp. de seguimiento	Persona a ser informada	Método de comunic.

- 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.