



Sistema de monitoreo de calidad del aire

Autor:

Ing. Rodrigo Jurgen Pinedo Nava

Director:

Por definir (pertenencia)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 10 de marzo de 2025 y el 29 de abril 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>).	10
8. Entregables principales del proyecto	12
9. Desglose del trabajo en tareas	12
10. Diagrama de Activity On Node.	13
11. Diagrama de Gantt	13
12. Presupuesto detallado del proyecto	17
13. Gestión de riesgos	17
14. Gestión de la calidad	18
15. Procesos de cierre	19

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento	10 de marzo de 2025
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	20 de marzo de 2025
2	Se completa hasta el punto 9 inclusive	28 de marzo de 2025

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 10 de marzo de 2025

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Rodrigo Jurgen Pinedo Nava que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Internet de las Cosas se titulará “Sistema de monitoreo de calidad del aire” y consistirá en la implementación de una red de sensores especializados para la medición de partículas en suspensión, dióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, temperatura y humedad ambiental para la recopilación y transmisión de datos en tiempo real. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 horas y un costo estimado de \$ 500, con fecha de inicio el 10 de marzo de 2025 y fecha de presentación pública el 30 de junio de 2025.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Ing. Jose Mauricio Vargas Nuñez
Emprendimiento personal

Por definir
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

La contaminación del aire es un problema crítico que afecta tanto a entornos urbanos como industriales, con consecuencias directas sobre la salud pública y el medio ambiente. En Argentina, la situación es alarmante. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el aire en el país tiene una media anual de $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de partículas PM2.5, superando en un 30 % el nivel considerado seguro por la organización. En Buenos Aires, esta media anual asciende a $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que implica un 40 % por encima del límite recomendado. Estas cifras se traducen en consecuencias graves, como la muerte anual de 85 niños por enfermedades vinculadas a la contaminación del aire en Argentina.

Este proyecto nace como un emprendimiento personal con el propósito de monitorear la calidad del aire en entornos industriales y urbanos y proporcionar información clave para la toma de decisiones. Actualmente, muchas ciudades y empresas carecen de sistemas eficientes y accesibles para medir en tiempo real la calidad del aire, lo que dificulta la prevención y el control de la contaminación. El objetivo es llenar ese vacío con una solución tecnológica asequible y escalable.

Se propone desarrollar un sistema de monitoreo basado en una red de sensores y la tecnología internet de las cosas (IoT). El sistema será capaz de detectar partículas en el aire tales como PM2.5, niveles de CO₂, compuestos químicos dañinos, temperatura y humedad. Los datos obtenidos serán enviados a una plataforma accesible desde un aplicativo web. Los dispositivos estarán conectados mediante LoRaWAN y WiFi/MQTT, almacenarán datos de manera eficiente y se presentarán en una plataforma intuitiva. Revisar la Figura 1 para comprender el diagrama de bloques del sistema de monitoreo.

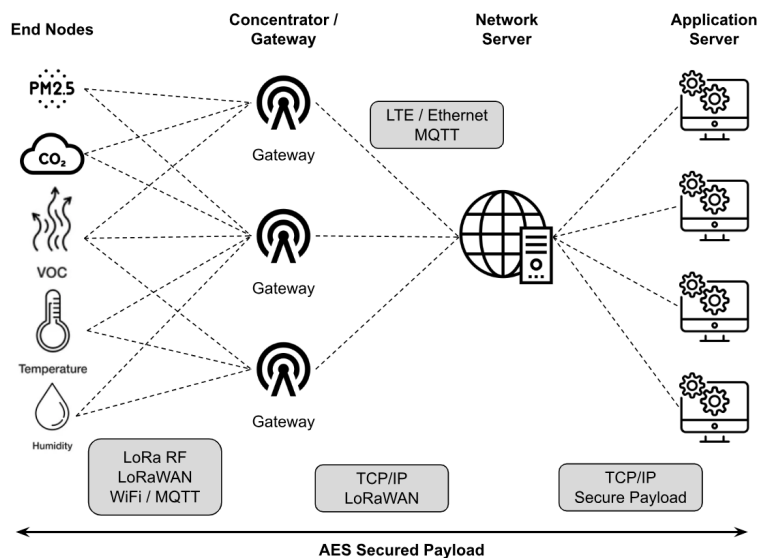


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

Este proyecto está diseñado como una solución adaptable, principalmente para implementarse en empresas, con la capacidad de escalar a hogares y gobiernos. Todos los usuarios comparten una preocupación en común, la calidad del aire y su impacto en la salud. El sistema no solo permite el monitoreo en tiempo real, sino también envía alertas cuando los niveles de contaminación superan los límites recomendados. También ofrece herramientas para analizar datos históricos e identificar tendencias, que permitan tomar decisiones oportunas. Más que una simple innovación tecnológica, este proyecto representa una herramienta clave para mejorar la calidad de vida y promover un entorno más saludable y sostenible.

En el mercado actual existen soluciones para el monitoreo de la calidad del aire, sin embargo, muchas de ellas presentan limitaciones, como pueden ser:

- Costos elevados: en las etapas de implementación y mantenimiento, un sistema con características similares puede volverse solo accesible a instituciones con grandes presupuestos.
- Cobertura limitada: debido a que la mayoría de los sensores requieren cableado o dependencias de redes WiFi con alcance reducido.
- Falta de integración con plataformas accesibles: lo que dificulta el análisis y la interpretación de los datos por parte de usuarios sin conocimientos técnicos avanzados.

A diferencia de las soluciones, este proyecto estará diseñado como una solución flexible y adaptable a empresas, hogares y gobiernos. Su propuesta de valor se basa en ofrecer un monitoreo ambiental accesible, para lograr entornos seguros y sostenibles, bajo los siguientes aspectos:

- Accesibilidad: una solución asequible en comparación con otros sistemas comerciales.
- Escalabilidad: implementación modular, adaptable a distintos entornos y necesidades.
- Interfaz intuitiva: plataforma accesible para cualquier usuario, sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados.
- Conectividad eficiente: uso de tecnologías de comunicación de bajo consumo y gran alcance.
- Toma de decisiones informada: alertas y análisis de datos para implementar medidas de mitigación de contaminación.

El proyecto se encuentra en una etapa inicial de desarrollo. Para su primera versión se plantea una solución funcional, enfocada en validar su desempeño en entornos reales. En esta fase, el sistema ofrecerá dos modalidades de monitoreo que permitirán a los usuarios gestionar sus dispositivos de manera flexible:

- Monitoreo privado: cada usuario podrá registrar y gestionar sus propios dispositivos, accediendo a la información en tiempo real de los sensores vinculados.
- Monitoreo público: si el usuario así lo decide, podrá compartir los datos recopilados con la comunidad, permitiendo que la información esté disponible en una red abierta. Esto fomentará la creación de un ecosistema colaborativo.

En esta primera versión no se implementarán modelos de suscripción ni esquemas de pago, ya que el objetivo principal es desarrollar un prototipo funcional. Este proyecto permitirá evaluar la viabilidad técnica y el impacto del sistema en distintos escenarios de uso.

A futuro se integrará inteligencia artificial (IA) para análisis predictivo y se aumentarán funcionalidades para mejorar la toma de decisiones urbanas e industriales. El proyecto busca un crecimiento accesible y escalable, garantizando que cada usuario se beneficie de un monitoreo ambiental confiable desde su primera versión.

2. Identificación y análisis de los interesados

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Ing. Jose Mauricio Vargas Nuñez	Emprendimiento personal	
Responsable	Ing. Rodrigo Jurgen Pinedo Nava	FIUBA	Alumno
Orientador	Por definir	pertenencia	Director del Trabajo Final
Usuario final	Industrias, hogares o gobiernos	Privada o pública	Autoridad o interés en monitoreo ambiental

- Cliente: Ing. Jose Mauricio Vargas Nuñez es quien propuso los requerimientos del proyecto.
- Orientador: Por definires un profesional idóneo para la temática con especialidad en tecnologías IoT y LoRaWAN.

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es fomentar entornos más saludables, seguros y sostenibles en zonas urbanas e industriales, a partir de una mejora en la calidad del aire. Esto se logrará mediante un sistema de monitoreo basado en IoT, que permita recopilar, analizar y visualizar datos ambientales en tiempo real. Con esta herramienta, se busca facilitar la identificación de fuentes de contaminación y alertar para que las partes interesadas tomen acciones correctivas oportunas. Además, se busca que la solución sea escalable, accesible y eficiente, lo que aseguro su adaptabilidad a distintos entornos y necesidades.

4. Alcance del proyecto

Este proyecto abarca el desarrollo e implementación de un sistema de monitoreo de calidad del aire basado en IoT. El sistema será capaz de medir, transmitir, almacenar y mostrar datos en tiempo real, proporcionando información clave para la toma de decisiones.

El proyecto incluye:

- Sensores para medir partículas en suspensión, dióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, temperatura y humedad.
- Microcontrolares ESP32 con modulo LoRa y antena para comunicación se con el servidor mediante protocolos de LoRaWAN, WiFi, MQTT y TCP/IP.
- Servidor AWS IoT Core, usando brocker Mosquito y el diseño de la base de datos SQL/NoSQL con PostgreSQL.
- El diseño de un aplicativo web para las visualizaciones del usuario, donde se verán los dispositivos conectados, mediciones, gráficas de históricos y alertas.

El presente proyecto no incluye:

- Desarrollo de modelos de suscripción o monetización, ya que en esta fase el enfoque es la validación del prototipo.
- Integración con inteligencia artificial o modelos predictivos avanzados.
- Implementación de una red de sensores a gran escala más allá del piloto inicial.
- Certificaciones oficiales de calidad del aire, ya que el sistema servirá como referencia complementaria a mediciones gubernamentales o institucionales.
- Localización geográfica que marque el estado de las zonas monitoreadas.

El alcance del proyecto está limitado a ser considerado un prototipo, enfocado en validar la viabilidad técnica y operativa. Las futuras versiones podrán incorporar mejoras basadas en los resultados de esta etapa.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Disponibilidad financiera: dado que se trata de un emprendimiento personal, los costos del proyecto podrán ser cubiertos por el responsable del proyecto.
- Disponibilidad tecnológica: se contará con acceso a los sensores, microcontroladores y todos los componentes necesarios para la fabricación de los dispositivos IoT.
- Tiempo: El responsable cumplirá con la planificación propuesta, evitará retrasos y culminará el proyecto de manera satisfactoria.
- Infraestructura de comunicación: Podrán realizarse pruebas en entornos controlados pertinentes para el correcto desarrollo del proyecto.
- Servidores cloud: Se contará con espacios de prueba en AWS, los dominios y servicios para utilizar el broker Mosquito.

6. Requerimientos

1. Requerimientos funcionales:

- 1.1. El sistema permitirá la captura periódica de datos ambientales a través de sensores conectados a dispositivos IoT.
- 1.2. Los datos se transmitirán al servidor en tiempo real utilizando LoRaWAN o WiFi/MQTT según el entorno.
- 1.3. El sistema deberá almacenar los datos para su posterior análisis.
- 1.4. Se deberá ofrecer la opción de publicar los datos de manera privada o pública.
- 1.5. La interfaz será capaz de mostrar a los usuarios las mediciones de sus dispositivos y las zonas que tenga registrado un usuario.

- 1.6. Deberá generarse una alerta cuando los valores superen los umbrales definidos como peligrosos.
2. Requerimientos de infraestructura
 - 2.1. Se deberá contar con acceso a una red WiFi estable o cobertura LoRaWAN en las zonas de instalación de los dispositivos.
 - 2.2. El sistema requerirá un servidor (local o en la nube) con capacidad para recibir, procesar y almacenar datos provenientes de múltiples nodos.
 - 2.3. La base de datos utilizada deberá estar optimizada para el manejo de series temporales y para la gestión estructurada de usuarios y configuraciones.
 - 2.4. La alimentación de los dispositivos deberá realizarse mediante batería recargable o fuente USB, con posibilidad de alimentación solar para aplicaciones en exteriores.
3. Requerimientos de documentación
 - 3.1. Deberá documentarse el proceso de montaje del hardware, incluyendo la conexión de sensores al microcontrolador ESP32-S3 y la configuración de red.
 - 3.2. Se deberá incluir un manual de instalación y uso de la plataforma web.
 - 3.3. La documentación deberá contemplar las APIs utilizadas o desarrolladas para la comunicación entre dispositivos y servidor.
4. Requerimientos del entregable
 - 4.1. El entregable consistirá en un prototipo funcional que incluya al menos dos dispositivos que realicen las mediciones ambientales, un nodo IoT operativo, una
 - 4.2. plataforma web de visualización, un sistema de almacenamiento de datos y un módulo de alertas.
 - 4.3. El sistema deberá estar probado en un entorno controlado y documentado como prueba de concepto.
 - 4.4. Se desarrollará la memoria final del proyecto.
5. Requerimientos de la interfaz
 - 5.1. La plataforma deberá contar con una interfaz web responsiva para el monitoreo.
 - 5.2. La interfaz permitirá visualizar datos en tiempo real, acceder a históricos, gestionar dispositivos y configurar alertas.
 - 5.3. Los indicadores de calidad del aire deberán representarse mediante códigos de colores intuitivos y comprensibles.
 - 5.4. El sistema ofrecerá una interfaz de visualización con lecturas de datos ambientales de las zonas definidas como públicas. Se limitará la visualización al estado de las zonas sin tener acceso a los dispositivos vinculados y datos históricos.
6. Requerimientos funcionales del sistema para el rol “Usuario”
 - 6.1. El usuario deberá poder registrarse y asociar dispositivos a su cuenta personal.
 - 6.2. El usuario gestionará sus dispositivos pudiendo agregar, eliminar, editar y asignar la ubicación en zonas definidas.
 - 6.3. Tendrá acceso a la visualización en tiempo real de los datos capturados por sus sensores.

- 6.4. Podrá decidir si desea compartir sus datos de forma pública o mantenerlos en modo privado.
- 6.5. Recibirá alertas personalizadas cuando los valores medidos superen los umbrales definidos.
7. Requerimientos funcionales del sistema para el rol “Administrador”
 - 7.1. El administrador deberá tener acceso a la gestión de usuarios, dispositivos y configuraciones generales del sistema.
 - 7.2. Tendrá visibilidad completa sobre las métricas generadas por todos los nodos activos.
 - 7.3. Deberá poder acceder a registros (logs) del sistema y supervisar el estado de funcionamiento de cada dispositivo.
8. Requerimientos funcionales del sistema para la vista pública
 - 8.1. La persona que quiera tener acceso a la vista pública deberá llenar un formulario donde se exprese su intención de acceder a esta información.
 - 8.2. La interfaz pública tendrá a disposición el estado en tiempo real de las mediciones ambientales de las zonas públicas.
9. Requerimientos de seguridad
 - 9.1. El sistema gestionará las credenciales para el ingreso de los usuarios.
 - 9.2. Se contará con métodos para recuperación de contraseñas y verificación de usuarios.
 - 9.3. La información asociada a los usuarios y a dispositivos configurados como privados deberá mantenerse protegida y no podrá hacerse pública sin consentimiento expreso.

7. Historias de usuarios (*Product backlog*)

1. Como usuario del sistema, quiero registrar un dispositivo IoT en mi cuenta para poder acceder a sus datos ambientales.

Complejidad: 3 Dificultad: 2 Incertidumbre: 1 Suma: 6 → Story Points: 8

Criterios de aceptación:

- El dispositivo queda vinculado a la cuenta del usuario al ingresar su ID único.
- El dispositivo aparece en el panel de la cuenta una vez registrado.
- El backend guarda la asociación en la base de datos y la valida en cada consulta.

2. Como usuario del sistema, quiero poder ver todos los dispositivos registrados para monitorear su estado general.

Complejidad: 3 Dificultad: 3 Incertidumbre: 3 Suma: 9 → Story Points: 13

Criterios de aceptación:

- Se lista el total de dispositivos activos/inactivos.
- El estado de conexión de cada dispositivo es visible mediante un ícono claro.
- Los dispositivos se consultan mediante una API segura y autenticada.

3. Como usuario, quiero visualizar los datos en tiempo real de mis sensores para conocer el estado del ambiente.

Complejidad: 3 Dificultad: 3 Incertidumbre: 3 Suma: 9 → Story Points: 13

Criterios de aceptación:

- Los datos se actualizan en intervalos definidos.
- Los valores se presentan en tarjetas con colores según el nivel de calidad del aire.
- La plataforma consulta la API de datos en tiempo real.

4. Como usuario, quiero acceder al historial de datos recolectados para analizar la evolución de la calidad del aire.

Complejidad: 4 Dificultad: 3 Incertidumbre: 3 Suma: 10 → Story Points: 13

Criterios de aceptación:

- Se puede seleccionar un rango de fechas y consultar datos históricos.
- Los datos se grafican con líneas de tendencia y filtros por parámetro.
- La base de datos devuelve los datos en bloques optimizados para series temporales.

5. Como usuario, quiero configurar umbrales para cada sensor para recibir alertas ante niveles peligrosos.

Complejidad: 3 Dificultad: 2 Incertidumbre: 3 Suma: 8 → Story Points: 8

Criterios de aceptación:

- Se pueden definir umbrales distintos para cada parámetro.
- El usuario recibe un mensaje claro en la interfaz si se supera un umbral.
- Las reglas se almacenan por usuario y se validan en tiempo real.

6. Como usuario, quiero recibir una notificación en pantalla si se detecta contaminación peligrosa.

Complejidad: 2 Dificultad: 2 Incertidumbre: 1 Suma: 5 → Story Points: 5

Criterios de aceptación:

- El sistema envía automáticamente una notificación si se supera un umbral.
- El mensaje contiene el parámetro, el valor registrado y la hora.
- El envío se realiza mediante un alert.

7. Como usuario, quiero poder elegir si mis datos son públicos o privados para decidir con quién los comparto.

Complejidad: 2 Dificultad: 2 Incertidumbre: 1 Suma: 5 → Story Points: 5

Criterios de aceptación:

- El usuario puede alternar entre visibilidad pública y privada desde la configuración del dispositivo.
- Un ícono o leyenda indica claramente el estado actual.
- La API restringe el acceso a los datos privados a usuarios autenticados.

8. Como visitante del sitio web, quiero poder visualizar los datos públicos de calidad del aire organizados por zonas, para conocer el estado ambiental.

Complejidad: 3 Dificultad: 3 Incertidumbre: 3 Suma: 9 → Story Points: 13

Criterios de aceptación:

- El sistema permite acceso libre a una sección pública donde se muestran los datos de la calidad del aire correspondientes a una zona con visibilidad pública.
- Los datos se organizan por zona, haciendo referencia de su dirección y se muestra la última lectura de cada medición ambiental.
- No requiere autenticación y los datos se actualizan con una frecuencia configurable.

8. Entregables principales del proyecto

- Aplicativo web de visualización
- Código fuente
- Base de datos operativa
- Manual de usuario
- Manual de instalación
- Esquemático de conexión de sensores
- Diagrama de bloques del sistema
- Memoria final del trabajo

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

Armar 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

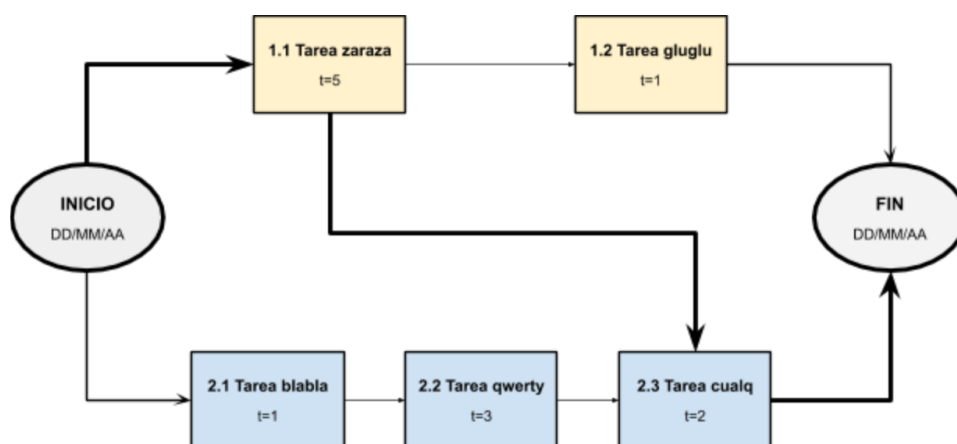


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

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.

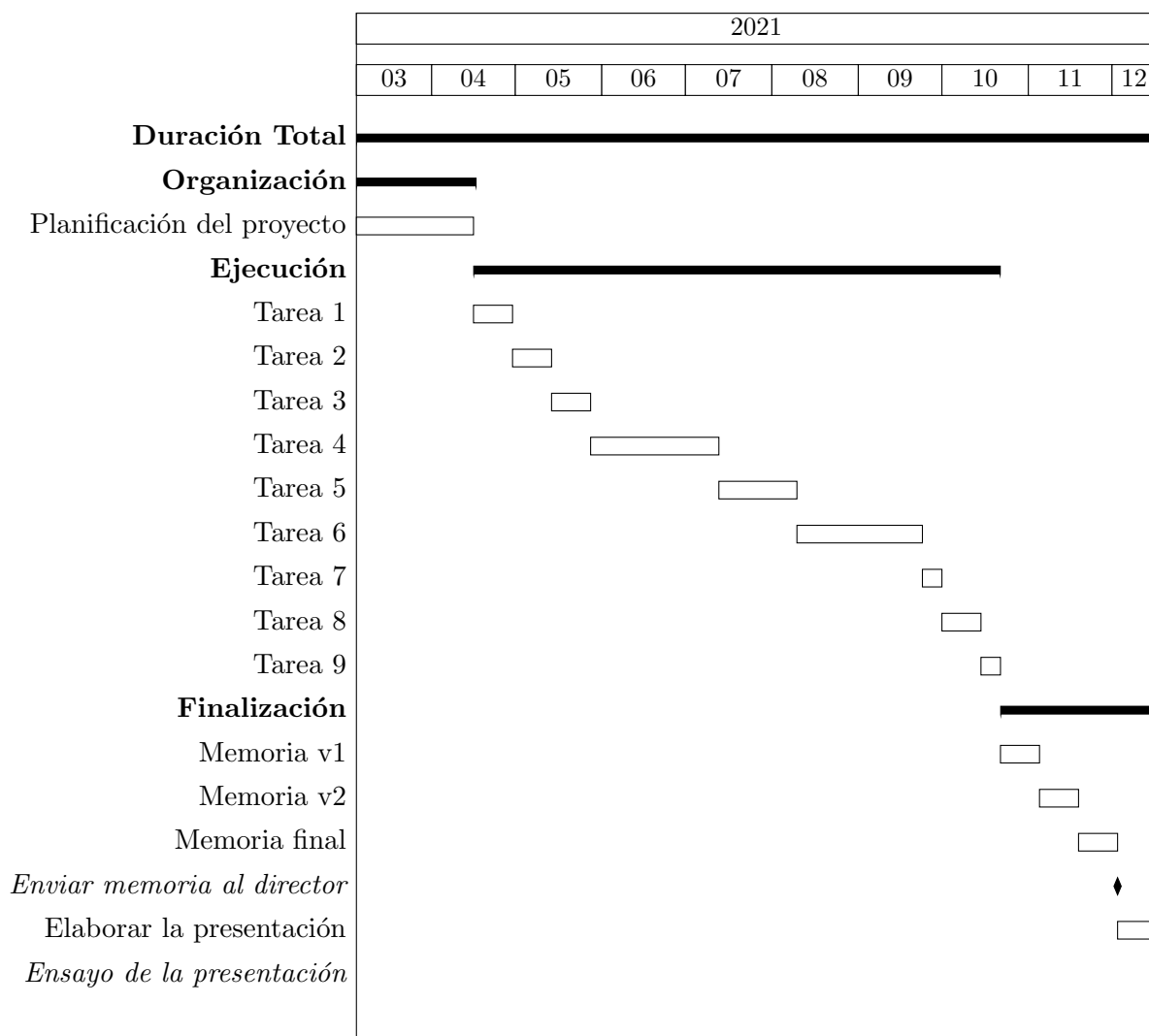


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo

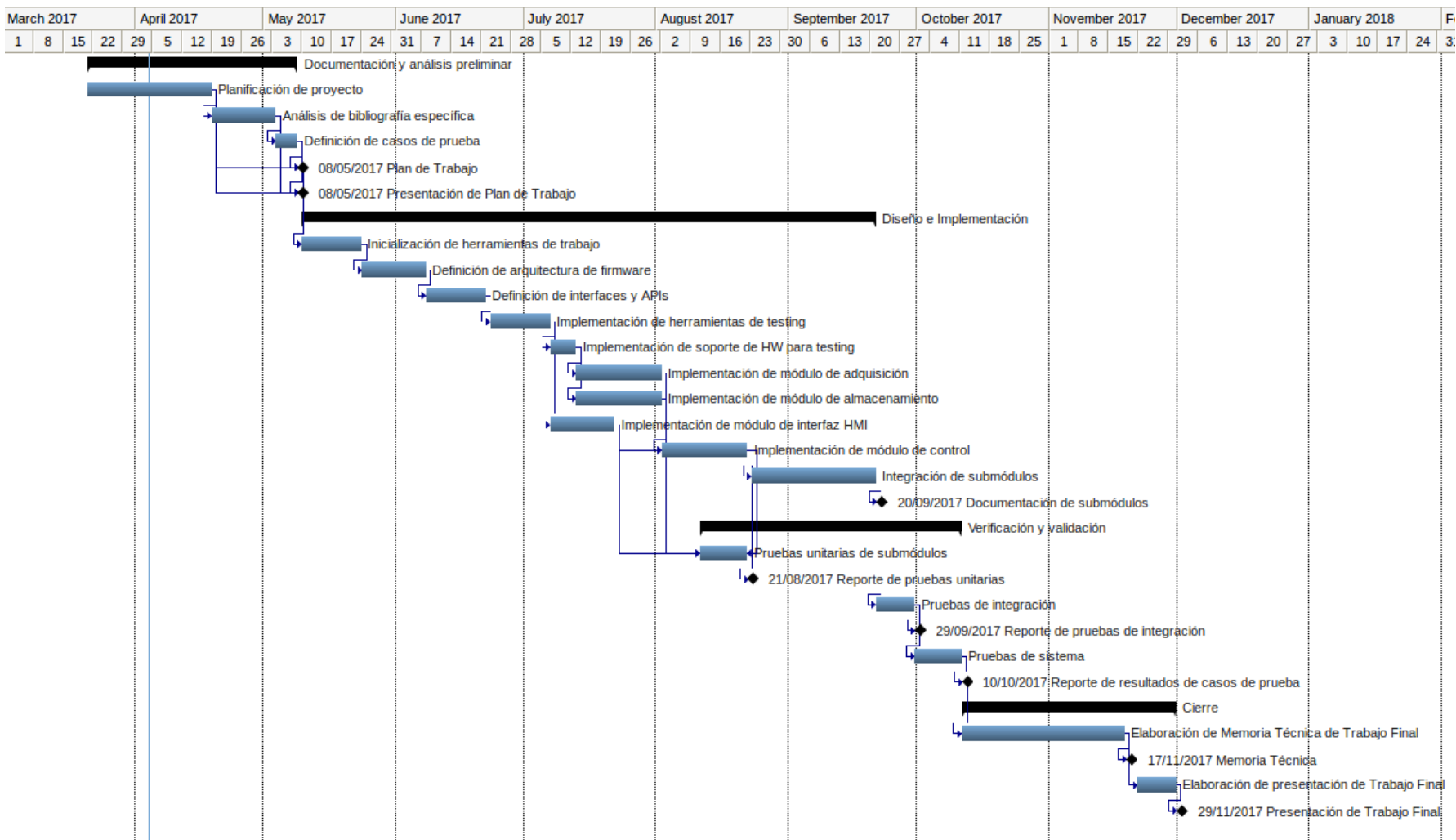


Figura 4. Ejemplo de diagrama de Gantt (apaisado).

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...

- Ocurrencia (O): Y.
Justificación...

Riesgo 3:

- Severidad (S): X.
Justificación...
- Ocurrencia (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.