



**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

---

Universidad de Buenos Aires

# Inteligencia artificial para el control de calidad de fechas de caducidad

Autor:

Ing. Jorge Gonzalo, Cordo Yarvi

Director:

Ing. Andrés F. Brumovsky (FIUBA)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos  
entre el 5 de marzo de 2021 y el 22 de diciembre de 2021.*

## 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. . . . .            | 6  |
| 1. Propósito del proyecto. . . . .                               | 6  |
| 2. Alcance del proyecto . . . . .                                | 6  |
| 3. Supuestos del proyecto. . . . .                               | 6  |
| 4. Requerimientos . . . . .                                      | 7  |
| Historias de usuarios ( <i>Product backlog</i> ) . . . . .       | 7  |
| 5. Entregables principales del proyecto . . . . .                | 7  |
| 6. Desglose del trabajo en tareas . . . . .                      | 8  |
| 7. Diagrama de Activity On Node . . . . .                        | 9  |
| 8. Diagrama de Gantt. . . . .                                    | 9  |
| 9. Matriz de uso de recursos de materiales . . . . .             | 11 |
| 10. Presupuesto detallado del proyecto . . . . .                 | 13 |
| 11. Matriz de asignación de responsabilidades . . . . .          | 13 |
| 12. Gestión de riesgos. . . . .                                  | 14 |
| 13. Gestión de la calidad . . . . .                              | 15 |
| 14. Comunicación del proyecto . . . . .                          | 15 |
| 15. Gestión de compras. . . . .                                  | 15 |
| 16. Seguimiento y control. . . . .                               | 15 |
| 17. Procesos de cierre. . . . .                                  | 16 |

## Registros de cambios

| Revisión | Detalles de los cambios realizados  | Fecha      |
|----------|---|------------|
| 1.0      | Creación del documento  | 05/03/2021 |
| 1.1      | Modificación de los primeros 6 items  | 25/03/2021 |
| 1.2      | Luego de hablar con el gerente del area se modifica la inspección a realizar. | 26/03/2021 |
| 1.3      | Modificación los primeros 11 items  | 04/04/2021 |

## Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 5 de marzo de 2021

Por medio de la presente se acuerda con el Ing. Ing. Jorge Gonzalo, Cordo Yarvi que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará “Inteligencia artificial para el control de calidad de fechas de caducidad”, consistirá esencialmente en el prototipo preliminar de un sistema de control de la correcta impresión de la fecha de caducidad en paquetes de bebida powerade/jugos cepita de la marca Coca-Cola, y tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 hs de trabajo y \$300000, con fecha de inicio 5 de marzo de 2021 y fecha de presentación pública 22 de diciembre de 2021.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Ariel Lutenberg  
Director posgrado FIUBA

Mauricio Lodi  
Andina Coca-Cola

Ing. Andrés F. Brumovsky  
Director del Trabajo Final

## Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

En la fábrica de Coca-Cola es muy importante el control de calidad, dados los avances en la velocidad de las líneas de producción (actualmente se embotellan un millón de botellas en una de las líneas de producción en 24hs) muchos controles se realizan utilizando procesamiento de imágenes tradicionales. Estos controles funcionan muy bien pero son muy sensibles a pequeños cambios en las condiciones del entorno, como variaciones de luz, el color de la tapa de la botella, una pequeña suciedad en la lente, o que la botella tenga una pequeña variación en su altura, lo que genera falsos rechazos y tener que hacer cambios constantemente en los parámetros de calibración (en algunos casos se crea un formato por cada color de tapa, uno por cada sabor y por cada tamaño de botella).

La propuesta busca crear una solución efectiva utilizando algoritmos de inteligencia artificial para el control de calidad de botellas o paquetes, comenzado por realizar el control de la correcta impresión de la fecha de vencimiento en los paquetes de distintos formatos de bebidas como Cepita o Powerade.

Como se observa en el diagrama en bloques del sistema de la figura 1, se utilizará un sistema embebido optimizado para el uso de inteligencia artificial para procesar las imágenes tomadas por la cámara, creando en una primera etapa una base de datos para luego entrenar el sistema para determinar si la fecha de vencimiento cumple los estándares de calidad necesarios, enviado una señal de alerta o detención del proceso de producción si fuese necesario. Lo que se busca es que la fecha de vencimiento sea legible y que la misma sea correcta siendo 150 días o 180 días, según el producto.

El dispositivo se comunicará con el PLC (Controlador lógico programable) encargado del control del avance de paquetes, mediante las siguientes señales de estado:

- Operativo, (sin detección de paquetes mal etiquetados).
- Alarma (detección de un paquete con fecha de vencimiento no legible o incorrecta en los últimos 30 segundos).
- Fallo (detección de mas de un paquete con fecha de vencimiento no legible o incorrecta en los últimos 30 segundos).

El sistema debe funcionar con diferentes condiciones de iluminación durante el día y la noche y con deferentes formatos como por ejemplo jugos Cepita 500ml, 1,5l, Powerade 500ml y formatos similares.

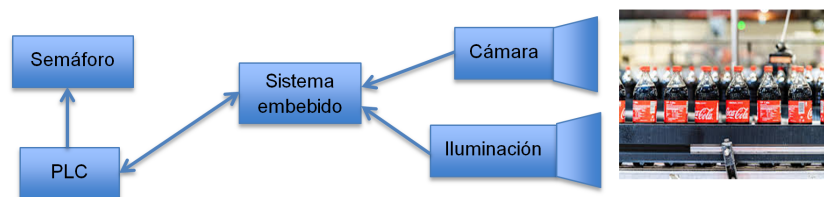


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema

## Identificación y análisis de los interesados

| Rol           | Nombre y Apellido               | Organización     | Puesto                 |
|---------------|---------------------------------|------------------|------------------------|
| Cliente       | Mauricio Lodi                   | Andina Coca-Cola | Supervisor             |
| Responsable   | Ing. Jorge Gonzalo, Cordo Yarvi | UTN Frc          | Alumno                 |
| Orientador    | Ing. Andrés F. Bru-movsky       | FIUBA            | Director Trabajo final |
| Usuario final | Operadores de L23               | Andina Coca-Cola | Operador               |

- Cliente: se encuentra de vacaciones regresa el 12/04/2021.
- Orientador: suele demorar en responder los correos electrónicos.

## 1. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es crear un control de calidad del proceso de impresión de la fecha de vencimiento de los paquetes de botellas de Cepita o Powerade, creando las bases para poder optimizar otros controles similares en un futuro.

## 2. Alcance del proyecto

El proyecto consta de una PC o sistema embebido, una cámara, un semáforo y un sistema de iluminación.

Se realizará el procesamiento de la imagen del paquete, tomara la decisión de si la fecha de vencimiento es correcta o no.

Se mostrara el resultado en un semáforo y transmitirá la señal por lógica de 24V hacia el PLC encargado del control del transporte. El proyecto no incluye la programación de la detención de la línea.

## 3. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- El equipo estará en estado no productivo al menos una vez por semana.
- Se dispondrá de al menos dos horas diarias para trabajar en el proyecto.
- Se podrán utilizar de materiales y/o repuestos que no se estén utilizando en las líneas de producción como cámaras, luces LED, gabinetes, soportes etc.

## 4. Requerimientos

1. Grupo de requerimientos asociados con la toma de imágenes
  - 1.1. Cámara web con una resolución de al menos 720p y una velocidad de captura de 60fps, preferentemente con el sensor Sony IMX219, con una interfaz de conexión serial MIPI.
  - 1.2. Sistema de iluminación LED de alta intensidad con un consumo de 24W, alimentación de 24v, lentes con foco en 50 grados, color de luz entre los 5500k 7000k, 1300 lúmenes y protección IP67.
  - 1.3. Gabinete metálico preferentemente de acero inoxidable con un grado de protección IP66 de al menos 50cm de ancho, 70cm alto x 30cm de profundidad.
2. Grupo de requerimientos asociados con procesamiento de imágenes
  - 2.1. PC con un procesador con tarjeta gráfica integrada como el AMD Ryzen 5 3400G o similar, placa madre ITX compatible con el procesador, 8gb de memoria RAM, Fuente Evga 500w Reales 80 Plus 500 W o similar.
  - 2.2. Fuente monofásica Siemens 24v, 10A, modelo sitop.
  - 2.3. Placa de interfaz y adaptación de tensión para la comunicación PC-PLC(Maquina).
  - 2.4. Router TP-Link Archer C7 o similar, cables de red ftp cat 6.

## Historias de usuarios (*Product backlog*)

Como operador quiero no tener que volver a controlar si la fecha de vencimiento es legible o es correcta, así poder dedicarme a otras actividades.

Como supervisor no quiero que la producción se detenga.

Como supervisor de calidad quiero que la fecha de caducidad sea legible y que sea la correcta.

Como supervisor de mantenimiento quiero que el equipo funcione sin fallas.

## 5. Entregables principales del proyecto

- Manual de uso
- Diagrama esquemático de la conexión eléctrica.
- Respaldo de la memoria de la PC como imagen de formato .iso
- Diagrama de componentes
- Informe final

## 6. Desglose del trabajo en tareas

### 1. Desarrollo del proyecto

- 1.1. Búsqueda de proyecto (12 h)
- 1.2. Análisis de viabilidad (10 h)
- 1.3. Análisis de materiales necesarios y disponibles (12 h)
- 1.4. Redacción de la planilla de planificación 1-6 (16 h)
- 1.5. Corrección de la planilla de planificación (10 h)
- 1.6. Planteo de la propuesta a la empresa (4 h)
- 1.7. Cambio de propuesta redacción de planilla 1-8 (20 h)
- 1.8. Redacción de la planilla de planificación 8-17 (20 h)
- 1.9. Corrección de la planilla de planificación (10 h)
- 1.10. Preparar propuesta (6 h)
- 1.11. Presentación de la propuesta(hito)

### 2. Preparativos y desarrollo de prototipo

- 2.1. Búsqueda o compra de materiales necesarios (10 h)
- 2.2. Montaje de gabinete y sistema de iluminación (12 h)
- 2.3. Montaje de componentes internos PC fuentes y conexiones internas (10 h)
- 2.4. Conexión de alimentación externa (6 h)
- 2.5. Puesta a punto del primer prototipo (10 h)
- 2.6. Captura de las primeras imágenes(hito)
- 2.7. Captura de imágenes de muestra de distintos formatos de cepita(20 h)
- 2.8. Captura de imágenes de muestra de distintos formatos de powerade(20 h)
- 2.9. Conexión de semáforo (6h)
- 2.10. Diseño de placa de adaptación de tensiones (20 h)
- 2.11. Corrección entre prototipo y PLC (10 h)

### 3. Capacitación sobre conocimientos necesarios

- 3.1. Instalación de software como linux, Texmaker y otros (6 h)
- 3.2. Capacitación en el uso control de versiones con Git (6 h)
- 3.3. Análisis de librerías a utilizar (20 hs)
- 3.4. Evaluación de técnicas de centrado de imágenes con IA (20 h)
- 3.5. Evaluación de técnicas de procesamiento de imágenes (20 h)
- 3.6. Análisis de algoritmos y técnicas de clasificación con IA (20 h)
- 3.7. Análisis de algoritmos y técnicas de clasificación con IA (20 h)
- 3.8. Elegir algoritmos(12 h)

### 4. Pruebas y análisis de datos

- 4.1. Preparar set de datos (30 h)
- 4.2. Preprocesamiento de imágenes tomadas (15 h)



- 4.3. Multiplicación del set de datos cambiando condiciones de iluminación y tonalidad en las imágenes (20 h)
- 4.4. Funcionamiento de algoritmo de clasificación (20 h)
- 5. Implementación
  - 5.1. Pruebas con línea en producción y evaluación de resultados del sistema (25 h)
  - 5.2. Corrección de errores (20 h)
  - 5.3. Generación de informe preliminar(16 h)
  - 5.4. Capacitación de operadores (16 h)
  - 5.5. Desarrollo del manual de usuario (20 h)
- 6. Escritura de la memoria técnica
  - 6.1. Realización capítulos 1 al 3 la memoria técnica (40 h)
  - 6.2. Corrección de la memoria técnica (18 h)
  - 6.3. Realización capítulos 4 al 5 la memoria técnica (40 h)
  - 6.4. Corrección de la memoria técnica (18 h)
  - 6.5. Preparación de la defensa publica (10 h)
  - 6.6. Defensa publica (4 h)

Cantidad total de horas: (660 h)

## 7. Diagrama de Activity On Node

En la figura 2 podemos observar el diagrama de *Activity on Node* en el cual la unidad de tiempo  $t$  esta expresada en semanas y las flechas más gruesas indican el camino critico.

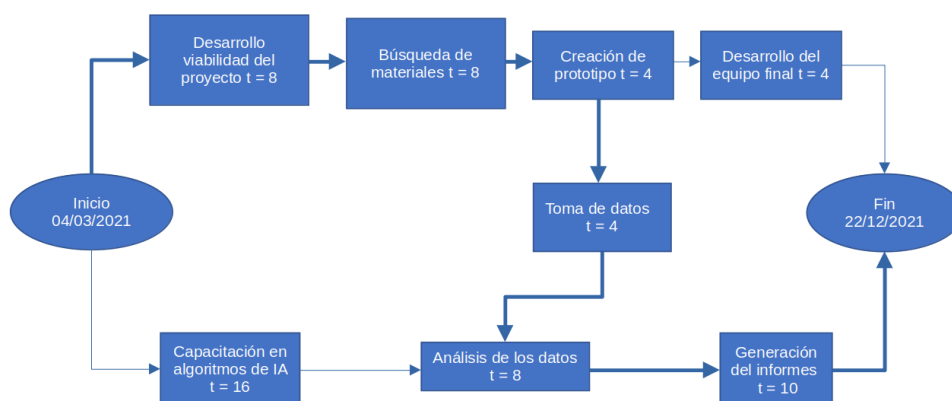


Figura 2. Diagrama en *Activity on Node*

## 8. Diagrama de Gantt

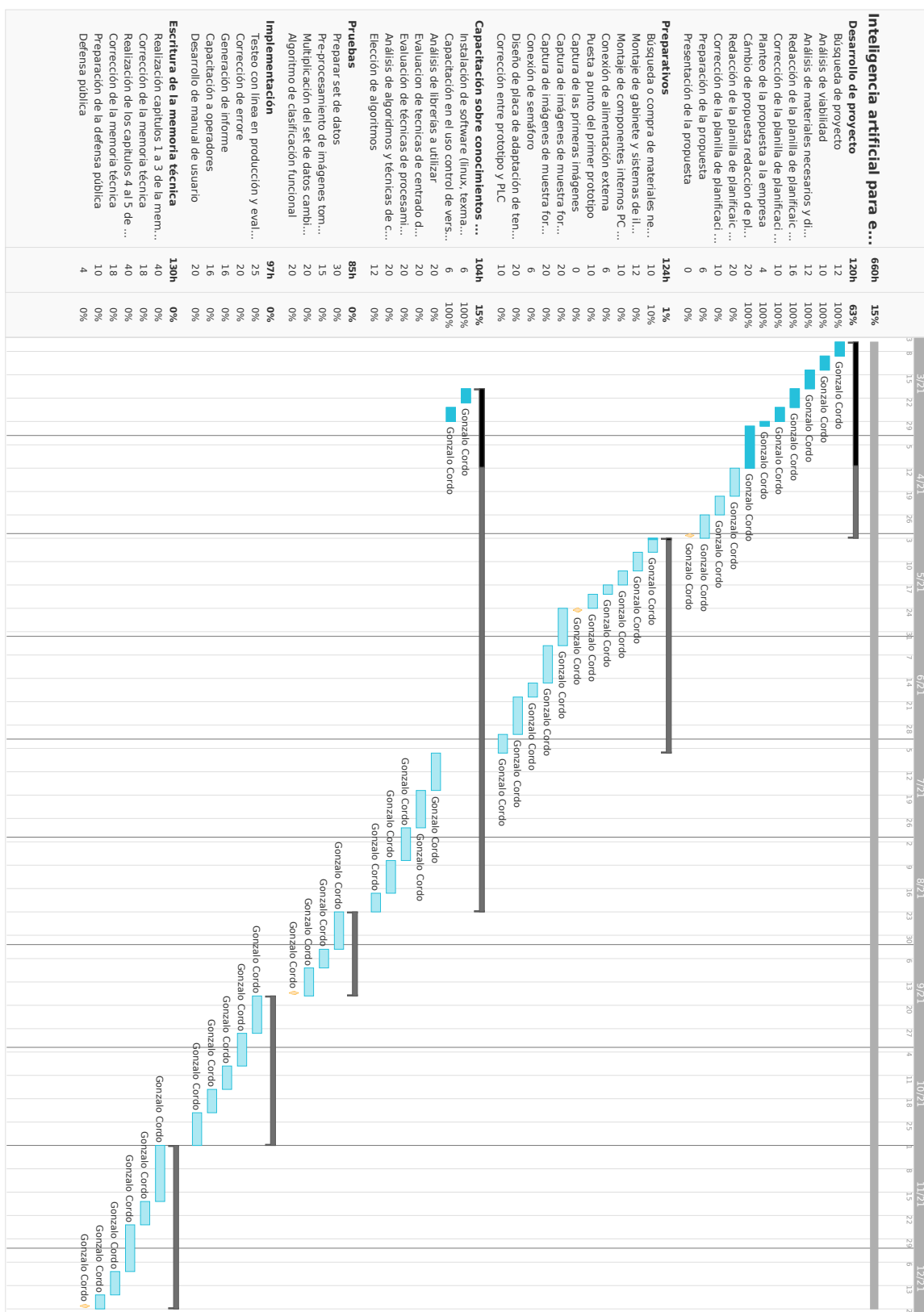


Figura 3. Diagrama de *gantt*

## 9. Matriz de uso de recursos de materiales

Página 12 de 16

## 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                                   | Orientador               | Equipo            | Cliente       |
|            |                    | Ing. Jorge Gonzalo, Cordo Yarvi               | Ing. Andrés F. Brumovsky | Nombre de alguien | Mauricio Lodi |
|            |                    |   |                          |                   |               |
|            |                    |   |                          |                   |               |
|            |                    |   |                          |                   |               |

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, mediciones, 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.

| SEGUIMIENTO DE AVANCE |                          |                                |                                 |   |                    |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---|--------------------|
| Tarea del WBS         | Indicador de avance      | Frecuencia de reporte          | Resp. de seguimiento            | Persona a ser informada                 | Método de comunic. |
| 1.1                   | Fecha de inicio          | Única vez al comienzo          | Ing. Jorge Gonzalo, Cordo Yarvi | Mauricio Lodi, Ing. Andrés F. Brumovsky | email              |
| 2.1                   | Avance de las sub tareas | Mensual mientras dure la tarea | Ing. Jorge Gonzalo, Cordo Yarvi | Mauricio Lodi, Ing. Andrés F. Brumovsky | email              |

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

## 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.
- 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.