



Automatización de Censos Ciclistas mediante Visión por Computadora

Autor:

Juan Cruz Ferreyra

Director:

TBD (FIUBA)

Codirector:

TBD (Ente de la Movilidad de Rosario)

*Esta planificación fue realizada en el curso de Gestión de proyectos
entre el 18 de junio de 2024 y el 13 de agosto de 2024.*

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	9
9. Desglose del trabajo en tareas	10
10. Diagrama de Activity On Node.	10
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	18 de junio de 2024
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive	2 de julio de 2024

Acta de constitución del proyecto

Buenos Aires, 18 de junio de 2024

Por medio de la presente se acuerda con el Juan Cruz Ferreyra que su Trabajo Final de la Carrera de Especialización en Inteligencia Artificial se titulará "Automatización de Censos Ciclistas mediante Visión por Computadora" y consistirá en la automatización del conteo y la clasificación de ciclistas en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, mediante el uso de visión por computadora. El trabajo tendrá un presupuesto preliminar estimado de 600 horas y un costo estimado de \$ XXX, con fecha de inicio el 18 de junio de 2024 y fecha de presentación pública el TBD.

Se adjunta a esta acta la planificación inicial.

Dr. Ing. Ariel Lutenberg
Director posgrado FIUBA

Nombre del cliente
Empresa del cliente

TBD
Director del Trabajo Final

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Contexto y Motivación

El proyecto "Automatización de Censos Ciclistas mediante Visión por Computadora" se enmarca dentro de un esfuerzo por mejorar la eficiencia y precisión de los censos de caracterización ciclista llevados a cabo por el Ente de la Movilidad de la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe, Argentina. Actualmente, estos censos se realizan manualmente por trabajadores de la institución, quienes relevan presencialmente los puntos de interés en intervalos de 15 minutos. La metodología actual no solo es ineficiente en términos de tiempo y recursos humanos, sino que también presenta riesgos en un contexto de inseguridad en la ciudad, lo cual impide el relevamiento de ciertos puntos de Rosario para evitar la exposición del personal. La implementación de un sistema de visión por computadora para automatizar los censos, aprovechando las cámaras de seguridad existentes, permitirá incrementar significativamente la eficiencia en la utilización de recursos, además de aumentar la precisión y granularidad de los datos recolectados. Adicionalmente, este sistema permitirá el seguimiento de las rutas y direcciones de los ciclistas mediante técnicas de tracking, proporcionando información valiosa para la planificación urbana. Es importante señalar que, debido a la naturaleza sensible de la información, en las imágenes utilizadas para la demostración pública del proyecto se deberán difuminar las caras de las personas y las matrículas de los vehículos particulares.

Estado del Arte

En el campo de la visión por computadora, especialmente en el reconocimiento de objetos, se han logrado avances significativos en los últimos años. Modelos de libre acceso entrenados en grandes cantidades de datos han demostrado un alto poder de generalización. Adicionalmente, los modelos zero-shot han emergido como una tecnología prometedora, capaz de realizar inferencias sobre categorías no vistas durante el entrenamiento. Sin embargo, la aplicación específica de estos modelos para el monitoreo de la movilidad urbana, incluyendo la discriminación entre distintos tipos de ciclistas y vehículos, aún presenta desafíos que este proyecto pretende abordar.

Los modelos mencionados, cuando se aplican a situaciones particulares como la detección en cámaras de videovigilancia, suelen presentar inconvenientes debido al ángulo de las mismas y las diferentes condiciones de iluminación. Reutilizar modelos previamente entrenados en grandes datasets mediante la técnica de aprendizaje transferido permite adaptarlos para mejorar la precisión y la relevancia de las detecciones en contextos específicos.

Descripción Funcional

El sistema propuesto consta de varios componentes que trabajan en conjunto para proporcionar una solución integral y eficiente para la automatización de los censos ciclistas. A continuación, se describe el flujo de trabajo del sistema, que se puede visualizar en el diagrama de bloques adjunto.

- **Recepción y Preprocesamiento del Video:** El usuario inicia el proceso proporcionando un video proveniente de una cámara de videovigilancia. Este video se somete a un preprocesamiento que incluye la mejora de la calidad de imagen, en caso de ser necesario, y la eliminación de frames intermedios para evitar redundancia en la inferencia.
- **Detección y Tracking Inicial:** El video preprocesado se introduce en el primer modelo de detección de categorías vehiculares, entrenado mediante transfer learning utilizando datos

etiquetados de las cámaras de Rosario. Las detecciones se combinan con un sistema de tracking que permite seguir el movimiento de los objetos identificados a lo largo del video.

- **Análisis Heurístico:** Las detecciones se someten a una heurística que relaciona las bicicletas con las personas detectadas para conformar la clase correspondiente a los ciclistas.
- **Inferencia de Género y Edad:** Los ciclistas identificados pasan a un segundo modelo que infiere su género y rango etario en caso de ser posible.
- **Análisis de los Patrones de Movilidad:** Utilizando el sistema de tracking, se asocia a cada ciclista la información correspondiente a su movimiento dentro de la escena.
- **Generación de Output:** Como resultado, el sistema proporciona un video procesado con las detecciones y el conteo de vehículos y ciclistas. Adicionalmente, se generan imágenes de los ciclistas con etiquetas de demografía y movimiento dentro de la escena. Esta información se agrega en una planilla de datos, similar a la que actualmente usa el Ente de la Movilidad para realizar los censos, facilitando así la integración de los nuevos datos con los métodos de análisis existentes.

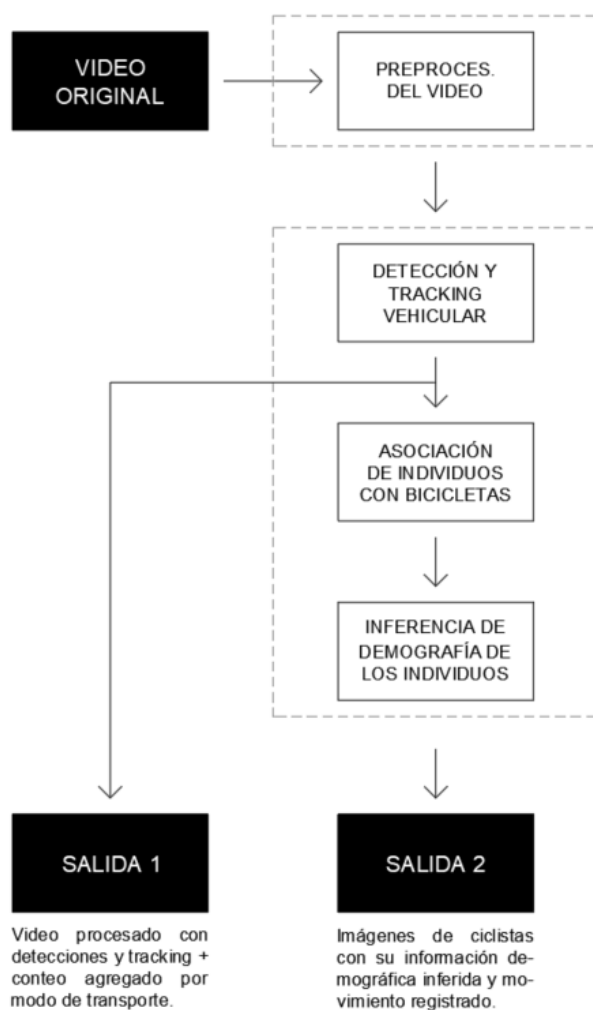


Figura 1. Diagrama en bloques del sistema.

Rol	Nombre y Apellido	Organización	Puesto
Cliente	Nombre del cliente	Empresa del cliente	Coordinadora del Departamento de Estadística
Responsable	Juan Cruz Ferreyra	FIUBA	Alumno
Orientador	TBD	FIUBA	Director del Trabajo Final
Usuario final	Personal	Empresa del cliente	Usuario

2. Identificación y análisis de los interesados

- Cliente: Nombre del cliente conoce los requerimientos funcionales y va a brindar retorno contante acerca de la utilidad del proyecto.
- Orientador: TBD es experto en la temática y va a ayudar con la definición de los requerimientos y el desarrollo del sistema.
- Usuario Final: va a poner a prueba el sistema.

3. Propósito del proyecto

El propósito de este proyecto es mejorar la eficiencia y precisión de los censos de caracterización ciclista llevados a cabo por el Ente de la Movilidad de la ciudad de Rosario, mediante la implementación de un sistema automatizado basado en visión por computadora. Se busca optimizar el uso de recursos humanos y aumentar la exactitud de los datos recopilados, contribuyendo así a una mejor planificación urbana y movilidad sostenible.

4. Alcance del proyecto

El proyecto incluye:

- Desarrollo y entrenamiento de modelos de visión por computadora para la detección y seguimiento de vehículos y personas en vídeos de cámaras de seguridad.
- Implementación de técnicas de transfer learning para adaptar modelos preentrenados a las condiciones específicas de las cámaras de videovigilancia de la ciudad de Rosario.
- Integración de algoritmos de tracking para analizar la dirección y recorridos de ciclistas.
- Desarrollo de una interfaz de usuario simple para la visualización de resultados y control del sistema automatizado.
- Elaboración de documentación técnica detallada y plan de evaluación del modelo para verificar su desempeño y efectividad.

El presente proyecto no incluye:

- Desarrollo de hardware específico para la captura de imágenes o vídeos.
- Mantenimiento a largo plazo del sistema después de la entrega inicial.
- Integración con sistemas de gestión de tráfico o infraestructura urbana más amplia.
- Ampliación del proyecto para cubrir otras áreas fuera de la movilidad ciclista definida inicialmente.

5. Supuestos del proyecto

Para el desarrollo del presente proyecto se supone que:

- Se cuenta con acceso a videos de alta calidad y cantidad suficiente para la generación de sets de entrenamiento y prueba del modelo de visión por computadora.
- Existe una comunicación fluida y continua con el cliente para la validación de requisitos y revisiones periódicas del avance del proyecto.
- El cliente dispone de los recursos financieros necesarios para afrontar los costos derivados del procesamiento y cómputo requerido para el entrenamiento y evaluación del modelo.
- Las condiciones macroeconómicas y reglamentarias no sufrirán cambios significativos que afecten la ejecución o presupuesto del proyecto.
- Se cuenta con el soporte técnico adecuado para la implementación y mantenimiento inicial del sistema automatizado de censo ciclista.

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

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

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.

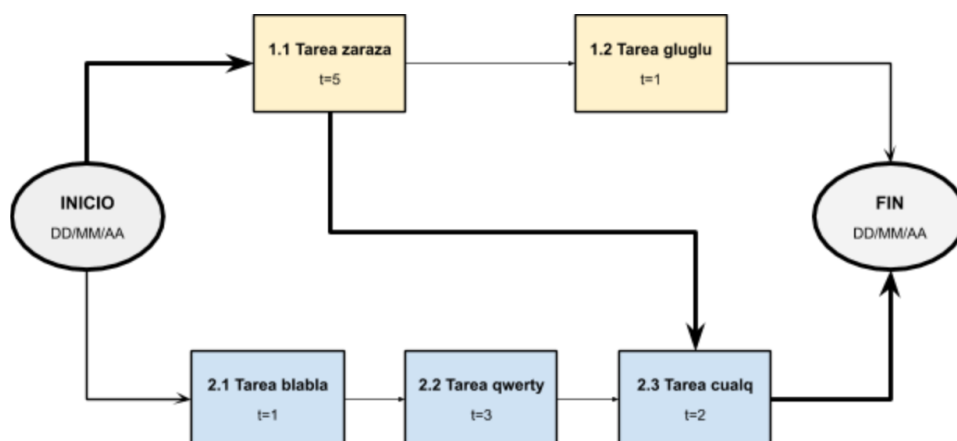


Figura 2. Diagrama de *Activity on Node*.

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.

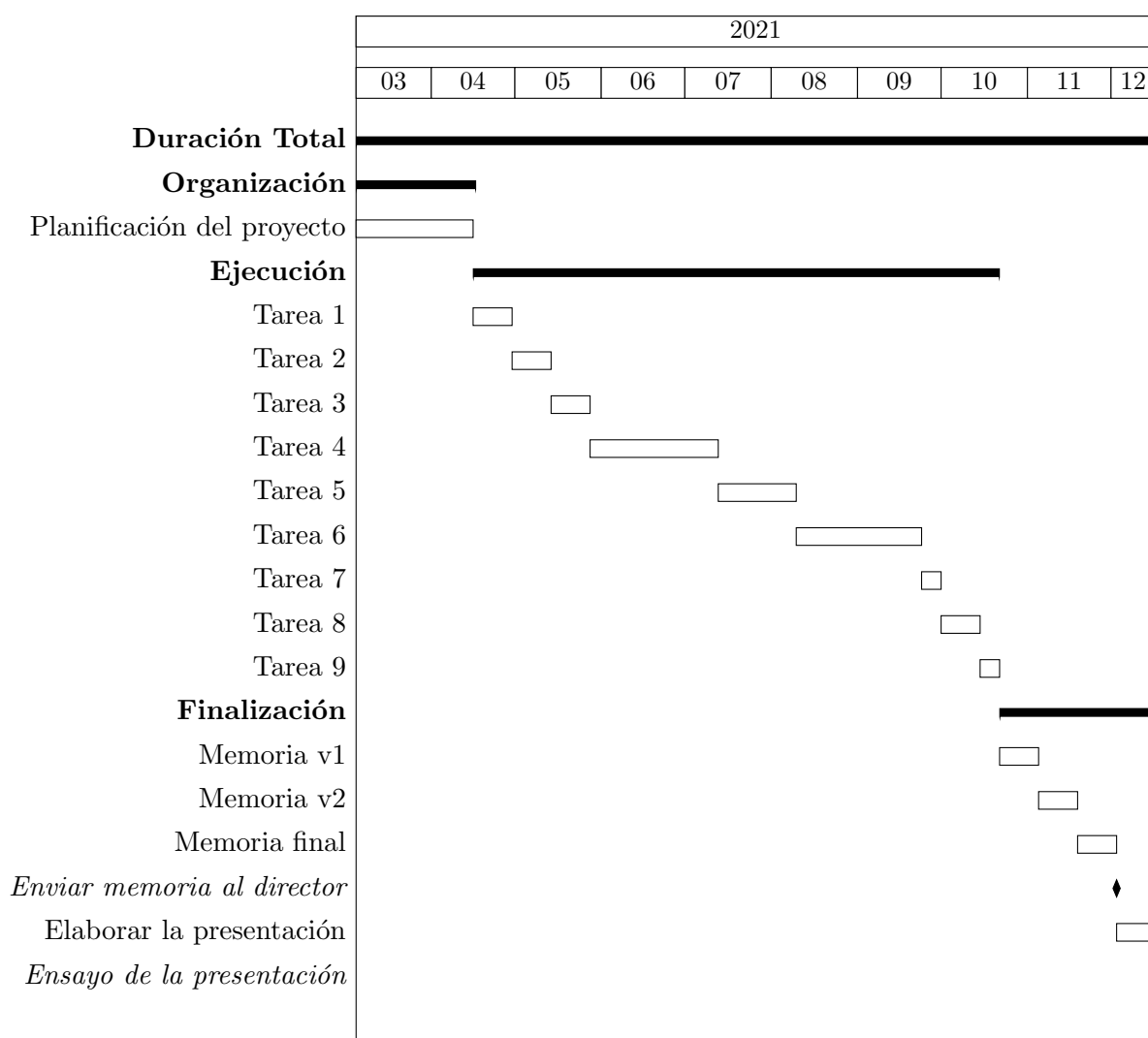


Figura 3. Diagrama de gantt de ejemplo



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...

- Ocurriencia (O): Y.
Justificación...

Riesgo 3:

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