



Fábrica 4.0 INACAP

Levantamiento de requerimientos para el
desarrollo de un CMMS con asistencia IA
Onmicanal

Estado del Arte

Enero 2025

INTRODUCCIÓN

En el marco de la colaboración estratégica entre SOMACOR e INACAP, presentamos este documento como parte del levantamiento inicial de requerimientos para el desarrollo de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS) innovador, orientado a satisfacer las necesidades operativas y estratégicas de la empresa. Este proyecto se inscribe en el contexto del programa "Fábrica 4.0", cuyo objetivo principal es impulsar la digitalización de procesos críticos en la gestión de maquinaria pesada, optimizando la eficiencia y garantizando la trazabilidad en las faenas mineras.

El CMMS que se plantea desarrollar integrará asistencia basada en inteligencia artificial (IA) omnicanal, posicionando a SOMACOR a la vanguardia tecnológica de su industria. Este enfoque no solo permitirá gestionar de manera más eficiente las operaciones de mantenimiento, sino que también ofrecerá una experiencia de usuario mejorada para los equipos involucrados, facilitando la comunicación y el acceso a información relevante desde diversas plataformas.

Este documento recoge un análisis inicial detallado de los requerimientos, identificando las necesidades funcionales y no funcionales que servirán como cimientos para el diseño y desarrollo del sistema. Asimismo, refleja la estrecha colaboración entre SOMACOR e INACAP, basada en un compromiso mutuo con la innovación, la calidad y el cumplimiento de los objetivos estratégicos del proyecto.

Estamos convencidos de que este esfuerzo conjunto dará como resultado un CMMS que no solo responderá a las exigencias actuales de SOMACOR, sino que también será una herramienta clave para enfrentar los desafíos del futuro en el ámbito del mantenimiento industrial.

Quedamos atentos a sus comentarios y aportes para asegurar que este levantamiento de requerimientos sea un reflejo fiel de sus expectativas y necesidades.

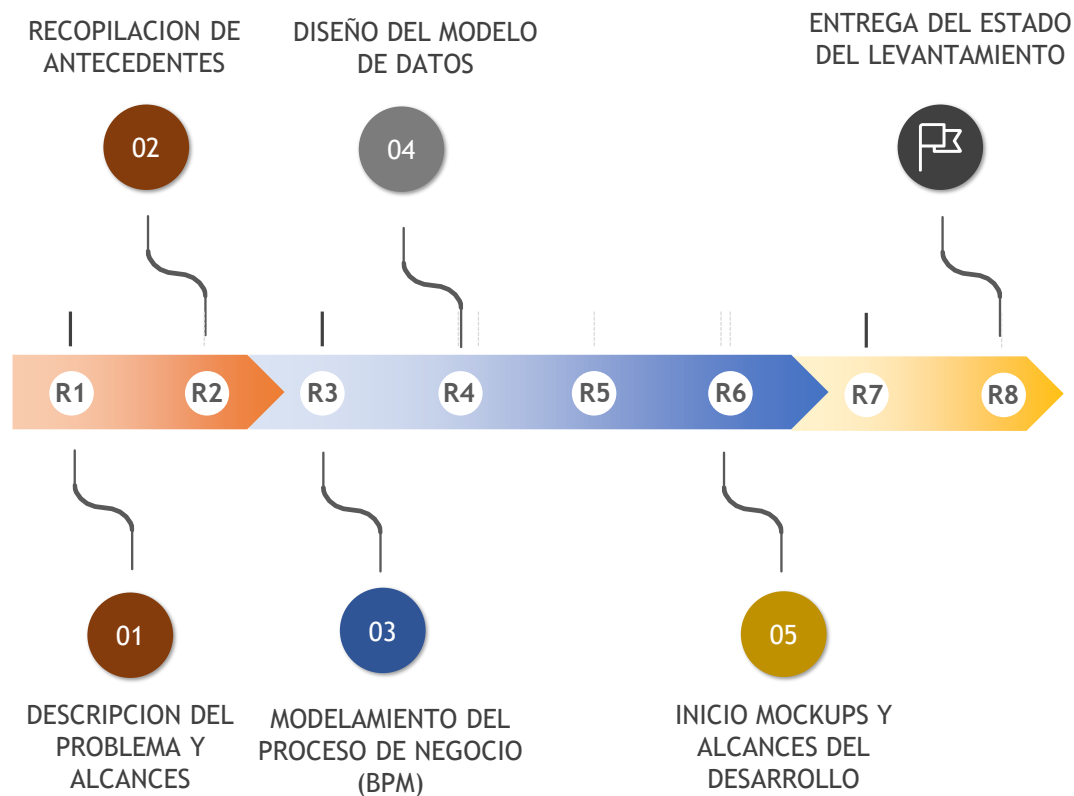
Atentamente,

Marco Arévalo Zambrano

Docente Líder Proyecto Tecnológico
INACAP Copiapó



PLAN ABORDADO



DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El problema central que se intenta abordar es la gestión eficiente del mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos en una faena minera. Esto incluye:

Optimización de recursos: Asignación precisa de choferes, técnicos y agendas de mantenimiento.

Reducción de tiempos de inactividad: Priorizando las reparaciones en faena siempre que sea posible.

Documentación: Registro completo de mantenimientos y fallas para análisis futuro.

Automatización: Uso de herramientas que programen mantenimientos preventivos, agilicen decisiones y aseguren el cumplimiento de agendas.

RECOPILACION DE ANTECEDENTES

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CARGADOR FRONTAL CAT 966 GC											
PM: Punto de Mantenimiento											
Número	Elementos de mantenimiento	Mantenimiento diario	PM1 (250 HRS)	PM2 (500 HRS)	PM3 (1000 HRS)	PM4 (2000 HRS)	PM5 (2500 HRS)	PM6 (3000 HRS)	PM7 (5000 HRS)	PM8 (6000 HRS)	PM9 (12000 HRS)
1	LUBRICACIÓN DEL COJINETE DE SOPORTE DEL EJE DE IMPULSIÓN		X	X	X	X					
2	LUBRIQUE EL CENTRO ESTRIADO DEL EJE IMPULSOR		X	X	X	X					
3	COMPROBAR EL NIVEL DE LÍQUIDO DEL EJE MOTRIZ DELANTERO		X	X	X	X					
4	COMPROBAR EL NIVEL DE LÍQUIDO DEL EJE MOTRIZ TRASERO		X	X	X	X					
5	COMPROBAR ACUMULADOR DE FRENO		X	X	X	X					
6	TOMA Y ANALIZA SOS DEL ACEITE DE MOTOR		X	X	X	X					
7	FRENO DE SERVICIO DE PRUEBA		X	X	X	X					
8	FRENO DE ESTACIONAMIENTO DE PRUEBA		X	X	X	X					
9	TOME Y ANALICE SOS DEL ACEITE DE TRANSMISIÓN			X	X	X					
10	REEMPLAZAR CON FILTRO DE ACEITE HIDRÁULICO NUEVO			X	X	X					
11	INSPECCION LA CORREA SERPENTINA			X	X	X					
12	LIMPIEZA DEL COLADOR DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE			X	X	X					

La imagen presenta un **programa estructurado de mantenimiento preventivo**, detallando las actividades esenciales que deben realizarse según intervalos específicos de horas de operación. Este plan asegura el correcto funcionamiento y la longevidad de la maquinaria, alineando tareas diarias con mantenimientos programados en puntos clave como las 250, 500, 1000, y hasta 12,000 horas de uso.

El programa incluye acciones como lubricación, inspección de líquidos, pruebas de frenos, análisis de aceites, y reemplazo de componentes entre otras tareas, proporcionando una guía clara para mantener la operatividad del equipo en condiciones óptimas, minimizando fallas inesperadas y mejorando la eficiencia en operaciones exigentes.

Este enfoque organizado permite planificar y priorizar las actividades de mantenimiento, asegurando una gestión eficiente de los recursos y la continuidad operativa en entornos de alta demanda, como faenas industriales o mineras.

RECOPILACION DE ANTECEDENTES

Mantenimiento Cargador Frontal 966 GC

Información General

OT Número:
Fecha de Emisión:
Fecha de Ejecución: 12/01/2024
Equipo: Cargador Frontal 966 GC
Ubicación:
Horómetro: 3500

Datos del Solicitante

Nombre:
Departamento:
Firma:

Responsable de la Ejecución

Técnico Asignado: Deveso Sanchez
Firma al Concluir: Deveso.

Tareas de Mantenimiento

N°	Tarea	Descripción	Estado	Observaciones
1	Lubricación del Cojinete de Soporte del Eje de Impulsión	Aplicar lubricante	✓	
2	Lubricación del Centro Estriado del Eje Impulsor	Aplicar lubricante	✓	
3	Comprobación del Nivel de Líquido del Eje Motriz Delantero	Verificar nivel	✓	
4	Comprobación del Nivel de Líquido del Eje Motriz Trasero	Verificar nivel	✓	
5	Comprobación del Acumulador de Freno	Verificar estado	✓	
6	Toma y Análisis SOS del Aceite de Motor	Tomar muestra y analizar	N/A	
7	Prueba de Freno de Servicio	Realizar prueba	✓	
8	Prueba de Freno de Estacionamiento	Realizar prueba	✓	
9	Toma y Análisis SOS del Aceite de Transmisión	Tomar muestra y analizar	N/A	
10	Reemplazo del Filtro de Aceite Hidráulico	Instalar filtro nuevo	✓	
11	Inspección de la Correa Serpentina	Verificar estado	✓	
12	Limpieza del Colador del Depósito de Combustible	Limpiar colador	✓	
13	Reemplazo del Filtro de Aceite de Transmisión	Instalar filtro nuevo	✓	
14	Toma y Análisis SOS desde el Eje Motriz Trasero	Tomar muestra y analizar	N/A	
15	Reemplazo del Elemento de Filtro de Combustible	Instalar elemento nuevo	✓	
16	Toma y Análisis SOS de la Unidad Eje Delantero	Tomar muestra y analizar	N/A	
17	Sustitución con Aceite y Filtro de Motor Nuevos	Realizar cambio	✓	
18	Reemplazo del Elemento Separador de Aguas	Instalar elemento nuevo	✓	
19	Toma y Análisis SOS del Sistema Hidráulico	Tomar muestra y analizar	N/A	

El documento proporcionado, hace referencia al programa de mantenimiento detallado para las maquinarias, correspondiente a un ciclo específico de horas de uso. Describe las actividades de mantenimiento preventivo necesarias para garantizar el óptimo desempeño del equipo, alineando las tareas con estándares operativos establecidos.

Descripción general:

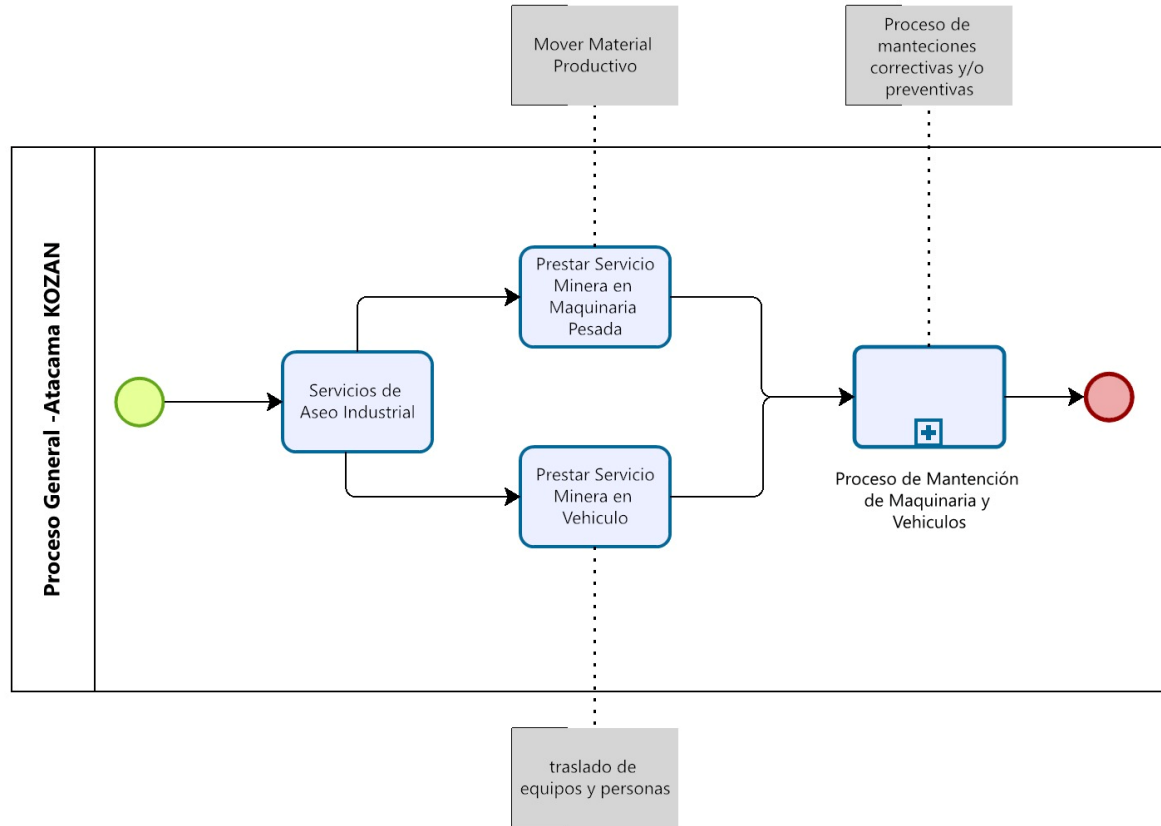
Propósito: Asegurar la continuidad operativa de la maquinaria mediante un mantenimiento regular, reduciendo el riesgo de fallas y maximizando la vida útil del equipo.

Actividades: Incluiría tareas como lubricación de componentes clave, inspección de niveles de líquidos, análisis de aceites y revisión de sistemas críticos como frenos y transmisión.

Frecuencia: Las tareas se programan de acuerdo con el tiempo de operación acumulado, ajustándose a intervalos específicos para prevenir desgaste excesivo y minimizar tiempos de inactividad.

Este documento es clave para la planificación y ejecución de estrategias de mantenimiento que optimizan la eficiencia y seguridad en operaciones de alto rendimiento como las mineras o industriales.

MODELO BPM - VISION GENERAL



Powered by
bizagi
Modeler

Este diagrama proporciona una visión general de los servicios ofrecidos por SOMACOR en la faena minera, que se agrupan en tres procesos principales:

Servicios de Aseo Industrial:

Estos servicios aseguran condiciones higiénicas adecuadas en las instalaciones.

Prestar Servicio Minero en Maquinaria Pesada:

Incluye la operación y mantenimiento de maquinaria pesada para la extracción y transporte de material.

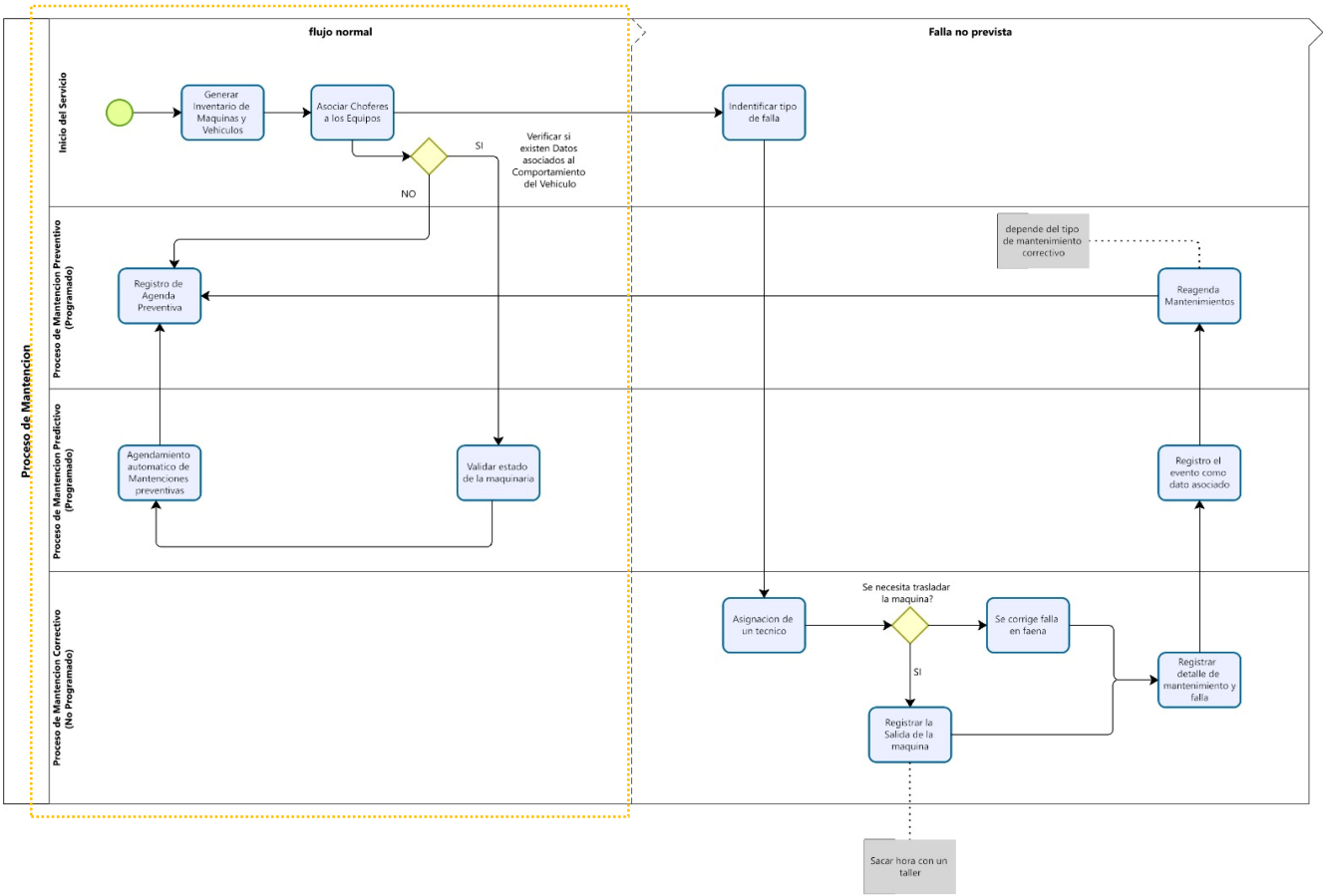
Prestar Servicio Minero en Vehículo:

Se enfoca en vehículos de soporte utilizados para trasladar materiales, equipos y personal.

Proceso de Mantenimiento de Maquinaria y Vehículos:

Este proceso conecta con el flujo detallado en el primer diagrama, asegurando que el equipo utilizado esté en óptimas condiciones.

MODELO BPM - PROCESO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y VEHÍCULOS



Este diagrama describe el proceso de mantenimiento de maquinaria y vehículos, tanto en flujos normales (mantenimiento preventivo) como en casos de fallas no previstas (mantenimiento correctivo). Se divide en las siguientes etapas principales:

Flujo normal (Mantenimiento Preventivo):

Generar Inventario de Máquinas y Vehículos: El proceso comienza con la creación de un inventario actualizado.

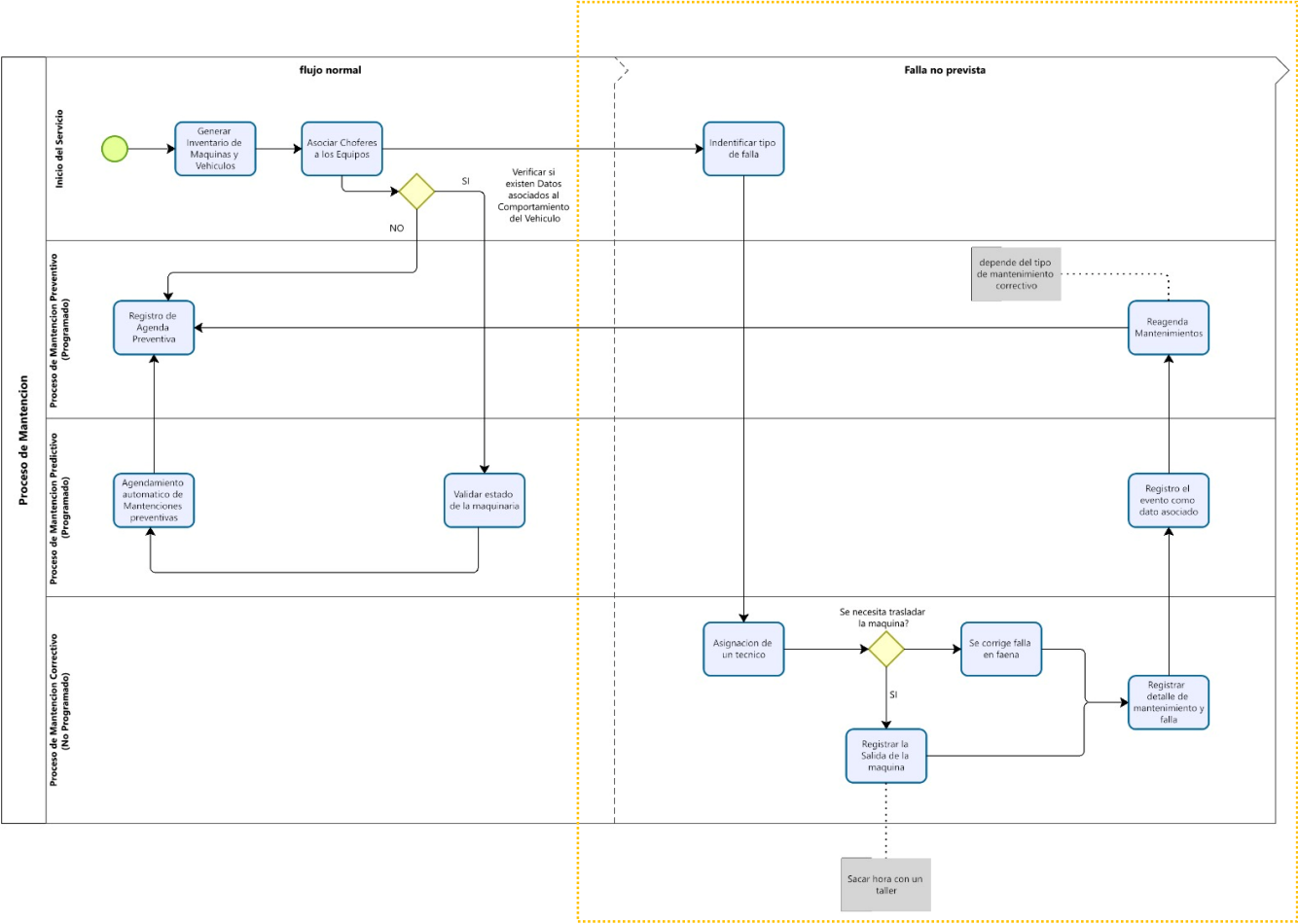
Asociar Choferes a los Equipos: Se asignan operadores a cada máquina o vehículo.

Registro de Agenda Preventiva: Se programan mantenimientos periódicos según las necesidades del equipo.

Agendamiento Automático de Mantenimientos Preventivos: El sistema organiza de manera automática las fechas de intervención.

Validar Estado de la Maquinaria: Se verifica el estado general para confirmar que todo opera dentro de parámetros normales.

MODELO BPM - PROCESO DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y VEHÍCULOS



Flujo alterno (Falla no prevista):

Identificar Tipo de Falla: Cuando ocurre una falla, se clasifica para decidir el procedimiento.

Asignación de un Técnico: Si es necesaria intervención, se asigna un técnico.

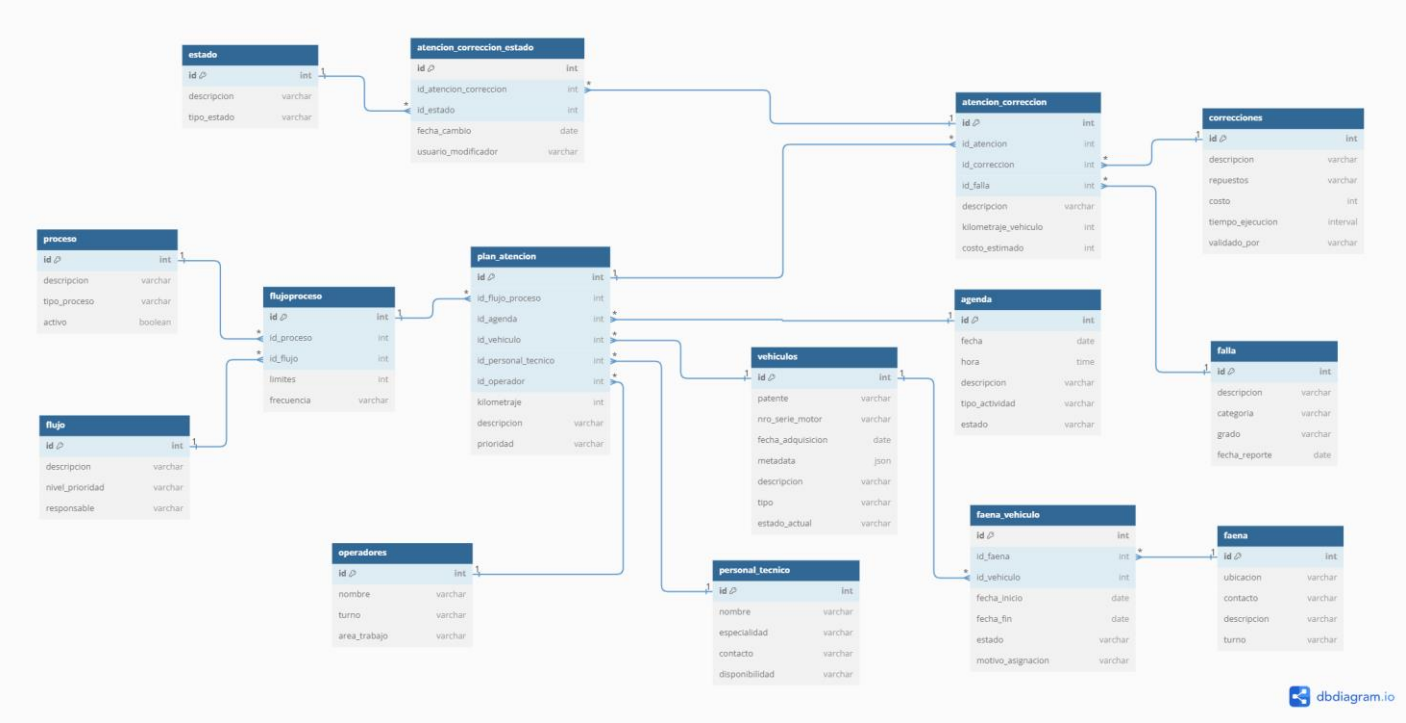
Corregir Falla en Faena: Si la reparación es posible en el sitio, se procede con la corrección.

Registrar Detalles de Mantenimiento y Falla: Se documenta toda la información relevante de la intervención.

Registrar la Salida de la Máquina: En caso de necesitar traslado, se envía la máquina al taller correspondiente.

Reagendar Mantenimientos: Se ajustan las agendas preventivas considerando el evento correctivo.

DISEÑO DEL MODELO DE DATOS V1



Descripción del Modelo DBML: Este modelo de base de datos (DBML) ha sido diseñado para soportar las operaciones del Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS). Incluye entidades clave como procesos, flujos, vehículos, fallas, personal técnico, y agendas, estableciendo relaciones robustas para asegurar la trazabilidad y eficiencia en la gestión de mantenimientos preventivos y correctivos. Este diseño permite la integración de información crítica, optimizando los recursos y procesos de mantenimiento, mientras se asegura una operación continua en entornos exigentes como faenas industriales y mineras.

INICIO MOCKUPS Y ALCANCES DEL DESARROLLO

Se desarrollaron una serie de mockups para dar alcance al desarrollo en 2 etapas, bajo la mirada de un **PMV (Producto Mínimo Viable)**:

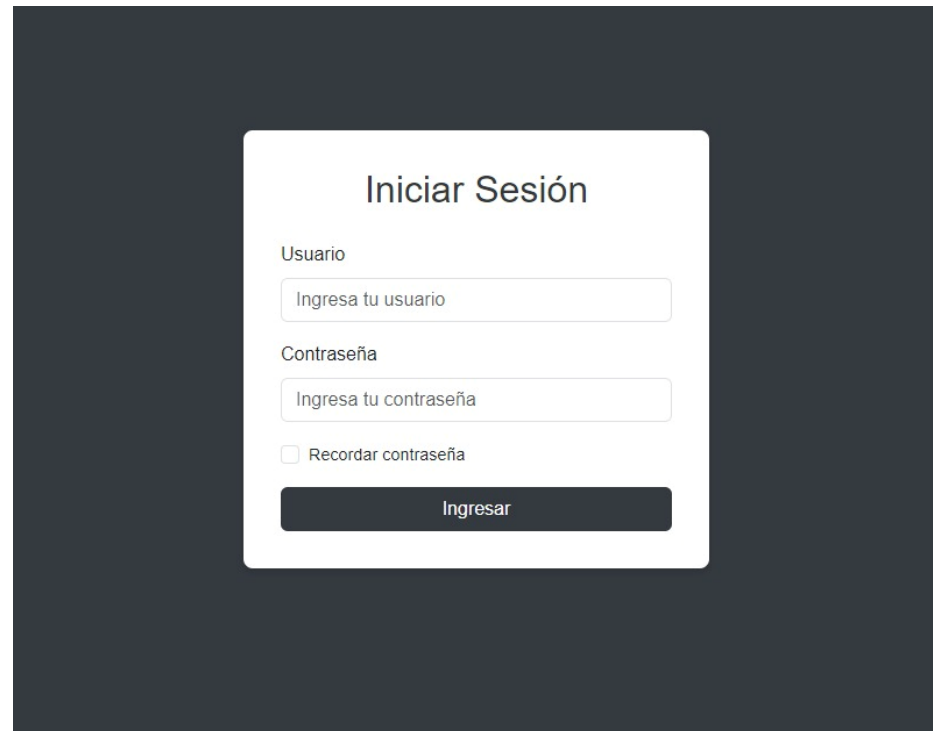
Etapas1: Construir los **lineamientos iniciales del software**, que soporten el registro de información y el soporte de tablas paramétricas y generales que alimentan las pantallas.

Etapas 2: la incorporación de un bot IA que sirva de interfaz entre operarios, técnicos y administración, facilitando la gestión de las tareas de mantenimiento de manera mas automatizada.

Estos mockups representan lineamientos iniciales, que pueden cambiar en la fase de desarrollo

INICIO MOCKUPS Y ALCANCES DEL DESARROLLO

- LOGIN:
- Pantalla de control de acceso y roles al software

A mockup of a login form titled 'Iniciar Sesión' centered on a dark gray background. The form is white with rounded corners and contains the following elements: a label 'Usuario' above a text input field with placeholder text 'Ingresa tu usuario'; a label 'Contraseña' above a text input field with placeholder text 'Ingresa tu contraseña'; a checkbox labeled 'Recordar contraseña'; and a dark gray button with the text 'Ingresar' in white.

Iniciar Sesión

Usuario

Ingresa tu usuario

Contraseña

Ingresa tu contraseña

☐ Recordar contraseña

Ingresar

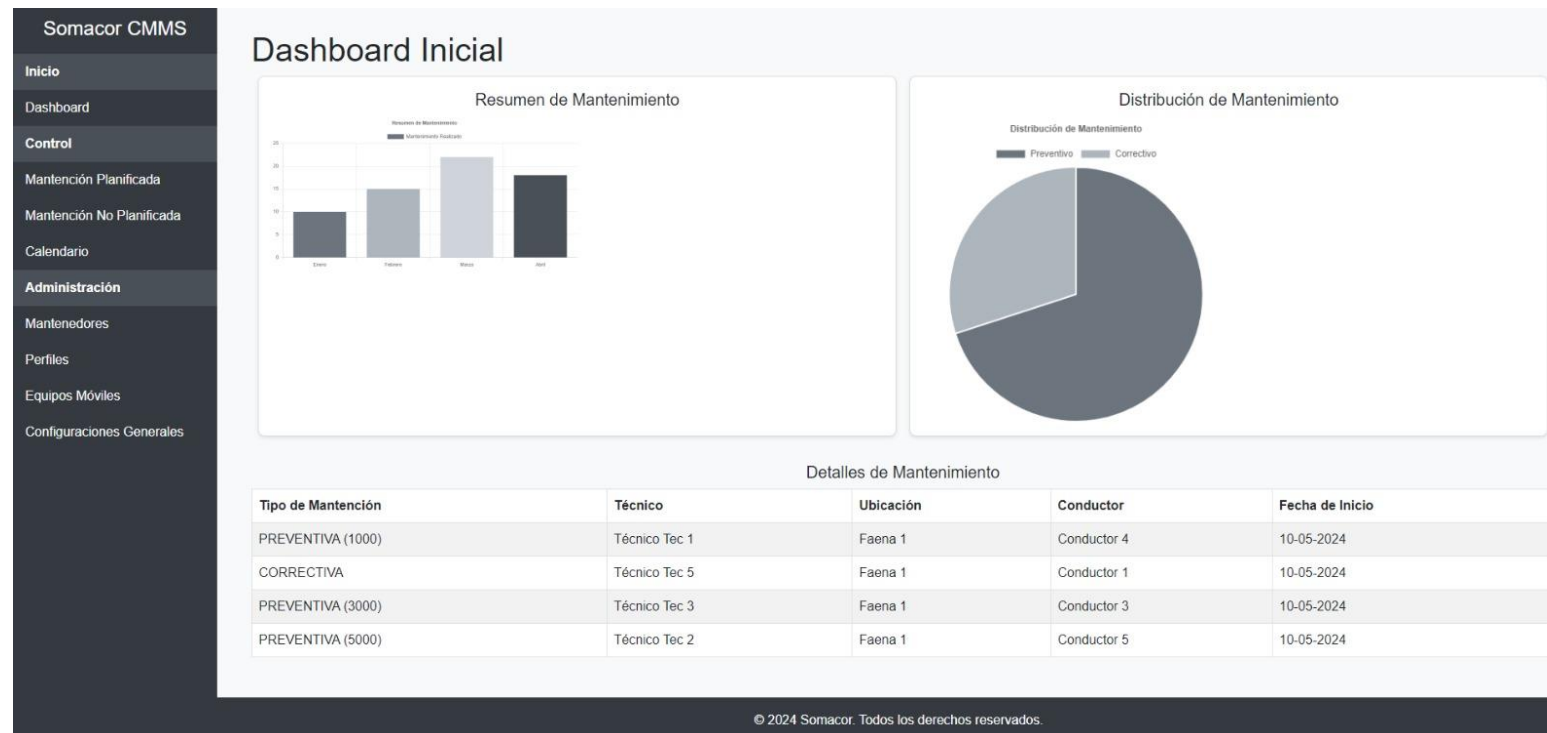
INICIO MOCKUPS Y ALCANCES DEL DESARROLLO

- Pantalla Principal:
- Pantalla de accesos a menus asignados por roles a cada function.



INICIO MOCKUPS Y ALCANCES DEL DESARROLLO

- Dashboard:
- Pantalla que contiene informacion resumida de acceso directo al usuario.



INICIO MOCKUPS Y ALCANCES DEL DESARROLLO

- Pantallas de Mantenimiento:
Pantallas que registras las distintas tareas de mantenimiento.

Somacor CMMS

Inicio
Dashboard
Control
Mantenimiento Planificado
Mantenimiento No Planificado
Calendario
Administración
Mantenimientos
Perfiles
Equipos Múltiples
Configuraciones Generales

Configuración de Mantenimiento

Seleccione una Máquina
Cargador Frontal 900 GC

Tareas de Mantenimiento

Lubricación del cigüeñal de soporte del eje de impulsión ☒ Comprobar acumulador de freno ☒
☒ Lubrique el centro roscado del eje impulsor ☐ Tome y analice S-O-S del aceite de motor
☐ Compruebe el nivel de líquido del eje motor delantero ☐ Reemplazar filtro de aceite hidráulico nuevo

Horas Programadas

PM1 (250 HRS)	PM2 (500 HRS)	PM3 (1000 HRS)
Horas	Horas	Horas

[Restablecer](#) [Guardar Configuración](#)

© 2024 Somacor. Todos los derechos reservados.

Somacor CMMS

Inicio
Dashboard
Control
Mantenimiento Planificado
Mantenimiento No Planificado
Calendario
Administración
Mantenimientos
Perfiles
Equipos Múltiples
Configuraciones Generales

Formulario de Mantenimiento

Fecha de Emisión: 12/2025, 3:56:00 PM Fecha de Ejecución: mm/dd/yyyy Hardmeto: 3000

Ubicación: Ingrese ubicación Técnico Asignado: Seleccione un técnico

Autorizado por: Nombre del autorizador Adjuntar Evidencia: Choose Files No file chosen

Tareas de Mantenimiento

<input checked="" type="checkbox"/> Tarea de mantenimiento 1	Tarea de mantenimiento 2	Tarea de mantenimiento 3	<input checked="" type="checkbox"/> Tarea de mantenimiento 4
Tarea de mantenimiento 5	Tarea de mantenimiento 6	Tarea de mantenimiento 7	Tarea de mantenimiento 8
Tarea de mantenimiento 9	Tarea de mantenimiento 10	<input checked="" type="checkbox"/> Tarea de mantenimiento 11	Tarea de mantenimiento 12
Tarea de mantenimiento 13	Tarea de mantenimiento 14	Tarea de mantenimiento 15	Tarea de mantenimiento 16
Tarea de mantenimiento 17	Tarea de mantenimiento 18	Tarea de mantenimiento 19	Tarea de mantenimiento 20

Observaciones Generales

© 2024 CMMS Somacor. Todos los derechos reservados.

Somacor CMMS

Inicio
Dashboard
Control
Mantenimiento Planificado
Mantenimiento No Planificado
Calendario
Administración
Mantenimientos
Perfiles
Equipos Múltiples
Configuraciones Generales

Formulario de Mantenimiento

Máquina: Seleccione una máquina

Horas de Mantenimiento: 3000 Fecha: mm/dd/yyyy

Actividades

Lubricación del cigüeñal de soporte ☒
☒ Reemplazo de filtro de aceite hidráulico
☒ Inspección de balance
☐ Revisión del sistema de frenos

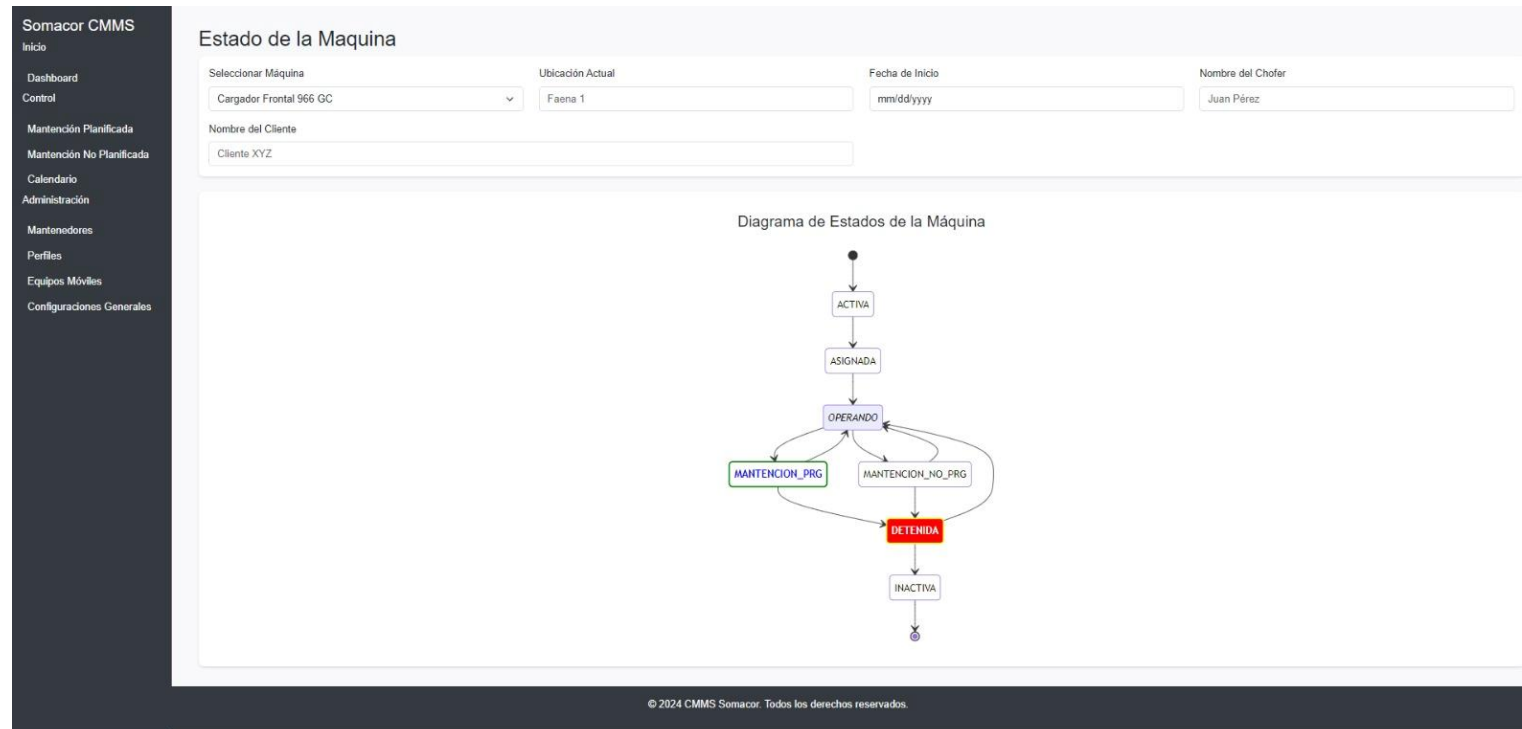
Observaciones

[Restablecer](#) [Enviar](#)

© 2024 CMMS Somacor. Todos los derechos reservados.

INICIO MOCKUPS Y ALCANCES DEL DESARROLLO

- Estado de la maquina atendida:
- Pantalla que permite identificar el estado de una maquina en operacion para realizar un seguimiento.



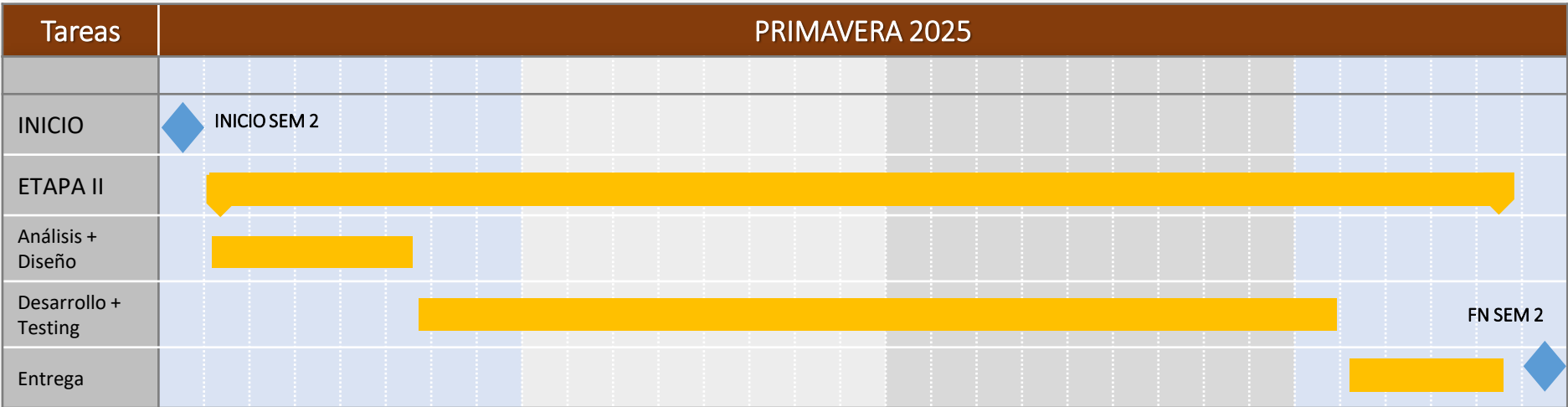
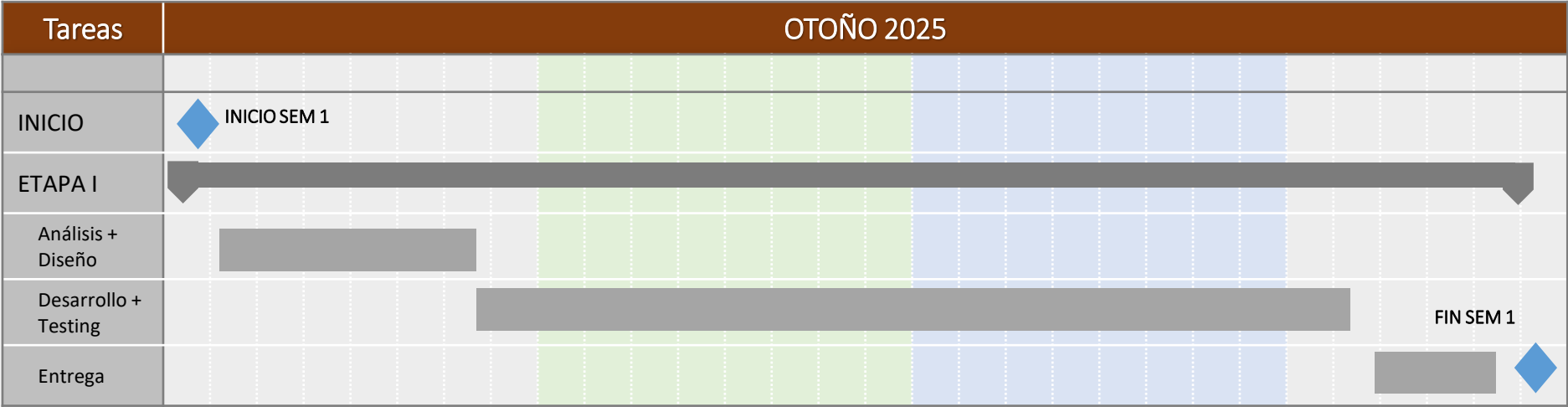
INICIO MOCKUPS Y ALCANCES DEL DESARROLLO

- Interfaz bot IA OmniCanal:
- Pantalla que permite identificar el proceso bot IA sobre un Sistema de mensajería (Whatsapp). Etapa 2



PLAN DE TRABAJO 2025

Se incluye como plan de trabajo , el desarrollo de la solución ETAPA 1 (Semestre Otoño 2025) y Etapa 2 (Semestre Primavera 2025)



CONCLUSIONES

La etapa de levantamiento de requerimientos para el desarrollo del Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS) en colaboración con SOMACOR marca un hito importante en el proyecto conjunto entre INACAP y la empresa. Este proceso ha permitido identificar y documentar de manera detallada las necesidades operativas, técnicas y estratégicas, asegurando una base sólida para las fases futuras de diseño e implementación. La participación activa de docentes y alumnos de INACAP en este proyecto no solo fomenta un valioso aprendizaje práctico en un contexto industrial real, sino que también aporta perspectivas innovadoras al desarrollo de soluciones tecnológicas aplicadas. Este esfuerzo conjunto refuerza el compromiso de ambas instituciones con la excelencia y la innovación tecnológica. Con este levantamiento de requerimientos, estamos mejor preparados para construir un CMMS que no solo responda a las expectativas de SOMACOR, sino que también sirva como un modelo de integración académica e industrial, contribuyendo al avance de la Fábrica 4.0 en Chile. A medida que avanzamos hacia la siguiente etapa, la colaboración continua será clave para garantizar el éxito del proyecto en este 2025.