Nombre del proyecto:	**Desarrollo para la Implementación de OT**
Requerimientos provistos por:	<Usuario Líder> <Usuario Clave>
Administrador de Proyecto:	<Personal de TI o TO>
Fecha:	

1. Definiciones y siglas

1.1 Definiciones

1.2 Siglas

MSC – Minera San Cristobal
JDE - ERP que utiliza MSC, JDEdwards de Oracle
OT - Ordenes de trabajo realizadas en el JDE.

2. Comprensión de las necesidades

2.1 Descripción del proceso actual y el cambio que se propone

El proceso actual de llenado de OT's, del proceso de Mantenimiento Planta, es de forma manual, en una hoja impresa que posteriormente es llenada por los técnicos de mantenimiento, después de concluir el trabajo y luego es revisado por el Supervisor de Mantenimiento, que posteriormente debe llenarlo en el JDE, colocando y copiando todo lo manuscrito y cambiar de estado, que refleja el cierre de la orden de trabajo.

Este trabajo resulta ser muy tedioso y con una perdida de tiempo para los supervisores y técnicos al realizar un doble trabajo.

La solución a este problema es la digitalización de este proceso mediante herramientas con las que cuenta MSC, las cuales puede ser utilizadas y podrían hacer que este proceso sea mas simple, sencillo, trazable y seguro.

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

Aprovechando mediante conexión entre bases de datos y procesos, esto será posible. Esta solución debe ser multiplataforma, para que pueda ser utilizada por cualquier tipo de dispositivo que se tenga posible dentro la infraestructura de MSC.

2.2 Modelo Conceptual / Diagrama de Conexión

El modelo de la página principal, que debe ser para diversos dispositivos como pc, Tablet y celulares, al que todos accederán será: Sync MSC MP,

Figura 1. Muestra de la pantalla de inicio

Donde luego se entrará con un login, para la identificación de usuarios, que tendrá varios roles como ser:
Administrador – Rol 1 – Acceso Total
Superintendente – Rol 2 – Acceso a las áreas de las Superintendencias, estadísticas y roles del supervisor
Supervisor – Rol 3 – Acceso para editar, aprobar y generar la información generada por los técnicos
Técnico – Rol 4 – introducción de datos en formularios

Estos roles serán especificados durante el desarrollo, pero básicamente será el tipo de organización que se tendrá.

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

2.3 Página Principal

Despues del login se entrara a una pagina donde se tendrán dos servicios, una Ordenes de trabajo y el otro Formulario. Cabe destacar que Formulario, ya se encuentra desarrollado y funcional, y que será adicionado cuando el resto este listo. Entonces en resumen se debe desarrollar todo menos Formulario.

Mas o menos debería verse asi, figura 2, lógicamente el fondo será como en el inicio, eso se puede desarrollar

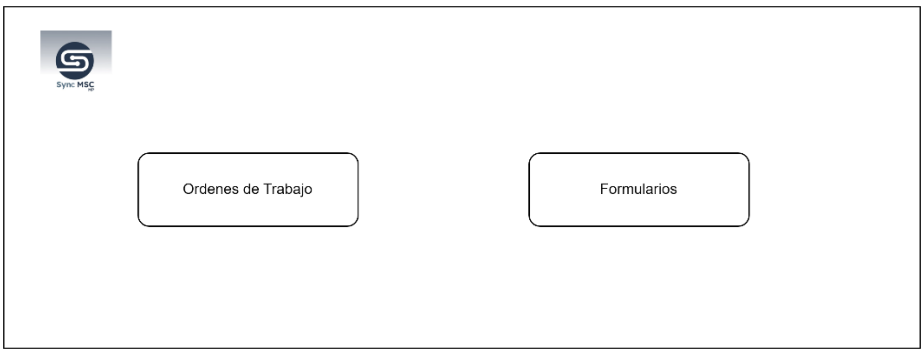
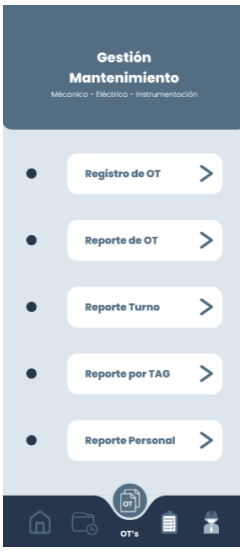


Figura 2, pagina de inicio

En este proyecto solo se trabajará en lo que es Ordenes de trabajo. A continuación, algo como ejemplo de las pantallas que se tendría para el diseño



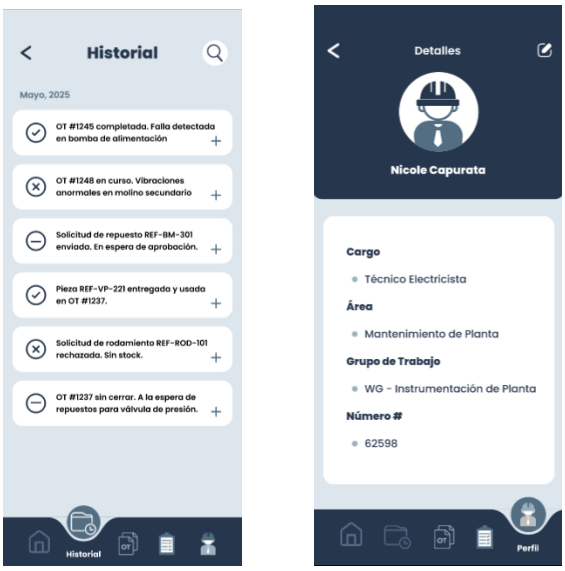


Figura 3. Muestras de lo que serian las pantallas de inicio.

Aquí la página FIGMA, donde se desarrolló y se diseñó la vista previa de las pantallas. https://www.figma.com/proto/vrOxIko0qoweHxjdXQRaI1/Borrador-App_MSC?node-id=73-2206&t=wWRlA9QoOpUBRL7o-1&scaling=contain&content-scaling=fixed&page-id=38%3A2&starting-point-node-id=38%3A3

Cabe destacar que se tendrá otro tipo de organización, pero estas son las muestras de como se quiere el producto final.

2.4 Ordenes de trabajo

Para la pagina de ordenes de trabajo debería ser algo más o menos así, de lógica si se tiene mejores arreglos en diseño de la página se colocará.

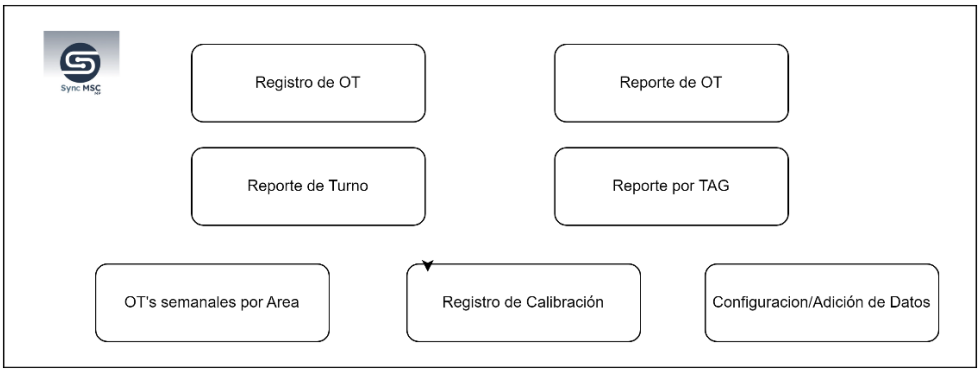


Figura 4. Pagina principal de OT's

Una cuestión importante en este panel de la figura 4, el botón de Registro de Calibración solo debe aparecer para el área de instrumentación Planta 3320. Para las demás áreas no deberá mostrarse.

Las áreas se basan en la codificación del JD Edwards que es el sistema que se utiliza para la programación de OT's de mantenimiento, y esto se basa en la siguiente tabla

No Grupo	Grupo de Trabajo - Area	Superintendcias
3310	Mecánico de Chancado	Superintendente Mecánico
3311	Mecánico Sistema de Aguas	Superintendente Mecánico
3312	Mecánico de Flotación	Superintendente Mecánico
3313	Mecánico de Filtros	Superintendente Mecánico
3315	Taller de Mantenimiento General	Superintendente Mecánico
3316	Servicios Técnicos	Superintendente Mecánico
3318	Contratista TTMB	Superintendente Mecánico
3319	Electrico Planta	Superintendente Eléctrico
3320	Instrumentación Planta	Superintendente Eléctrico
3321	Ingeniería	Superintendente Ingeniería

Tabla 1. Grupo y Áreas según JDEdwards

2.5 Registro de OT

Esta pagina es la mas importante para llenar toda la base de datos que se requiere para que funcione este sistema.

Accesos
Rol 4 - Técnico - Ingreso de Datos, fotos, adjuntos como informes en pdf o Excel, posibilidad de editar antes de enviar los datos.
Rol 3 - Supervisor – También puede tener el Rol 4, y la función de editar principalmente para corregir algunos datos que no sean correctos

Rol1 y 2, tendrán accesos a todo lo de este sistema, con esta condición de la superintendencia que pertenezca el área, según la tabla 4.

Proceso Actual, se tiene un formulario que solo se utiliza en PC, y es un poco antiguo donde esta la información importante, figura 5, del cual se tiene las siguientes observaciones:

1. **Diagnóstico de tu Formulario Actual**

El formulario actual tiene información valiosa pero presenta varios puntos flacos:

2. **Proceso Único y Denso:** Mezcla datos administrativos (fecha, turno) con datos técnicos (falla, resolución) en una sola vista.
3. **Poco Amigable para Móviles:** La tabla horizontal de detalle es muy difícil de manejar en un celular. El scroll lateral es el enemigo número uno del técnico de campo.

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

4. **Captura de Falla Limitada:** Un solo campo para "Causa para Trabajo Falla" no estandariza la información, haciendo casi imposible el análisis posterior. Tu "Árbol de Fallas" es la solución perfecta para esto, pero hay que integrarlo de forma inteligente.
5. **Tiempo Estimado vs. Real:** Ten cuidado. Si pones "Tiempo Estimado" basado en la falla, debe ser editable para que el técnico ingrese el **Tiempo Real**. Es un dato KPI fundamental.

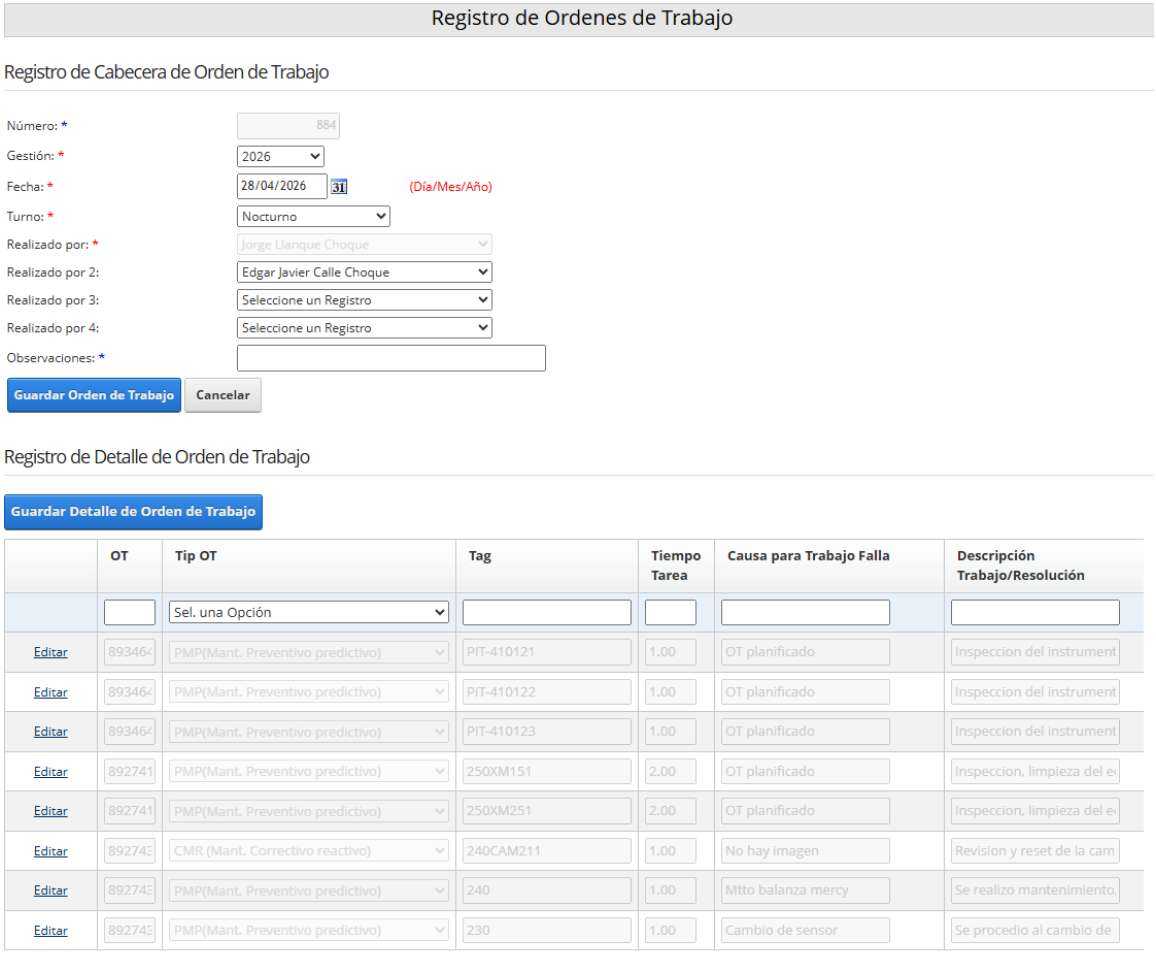


Figura 5. Modelo actual de llenado de datos

Propuesta de Mejora: Un Flujo en 3 Pasos (Mobile-First)

La clave es dividir el proceso en pasos lógicos y secuenciales que sean fáciles de completar en una pantalla táctil. Imagina un asistente (wizard) que guía al técnico.

Paso 1: Datos de Cabecera (Simplificado)

Esta pantalla se llena idealmente una vez por turno o al iniciar una sesión de trabajo. No necesita ser repetitiva para cada OT si un mismo técnico reporta varias en el mismo día. Pero si

el grupo de trabajo consta de dos o mas personas el sistema debe adicionar al otro técnico, asi hasta que se cuente a todo el equipo de trabajo, generalmente son grupos de 2 técnicos, pero en paradas de planta son hasta 6 personas en un grupo.
En turno, existe Diurno, Nocturno, Parada de Planta y otro

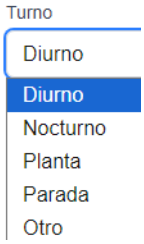


Figura 6. Tipos de Turno

```
-----------------------------------------
| REGISTRAR NUEVA ORDEN                 |
-----------------------------------------
| [Tarjeta Resumen del Técnico Activo]      |
| 👷 Jorge Llauque Choque (Turno Nocturno)(Especificar según figura 6) |
| 📅 28/04/2026                             |
| [Adicionar  Técnico]              |
-----------------------------------------
| **1. EQUIPO A INTERVENIR**            |
| [Buscador: Ingrese Tag, ej: PIT-41...]|
|                                       |
| Resultado de búsqueda:                |
| 🏷️ PIT-410121                         |
| 📍 Área: Molienda Línea 1             |
| 📋 Equipo: Transmisor de Presión      |
-----------------------------------------
| **2. ÁRBOL DE FALLA (Opcional... por ahora)** |
| ... (esto lo desarrollamos en el Paso 2)  |
-----------------------------------------
```

Mejoras:

- **Buscador de Tags:** En lugar de un dropdown con miles de opciones, un campo de búsqueda predictiva es infinitamente más rápido. El técnico empieza a escribir "PIT-41..." y el sistema le sugiere los tags.
- **Contexto automático:** Al seleccionar el Tag, automáticamente poblas la ubicación ("Molienda Línea 1") y el tipo de equipo ("Transmisor de Presión"). Esto es crucial para el árbol de fallas que viene después.

Paso 2: El Árbol de Fallas Inteligente
Aquí es donde integras tu tabla de una manera súper amigable. La idea es una **cascada de selectores dependientes** que se van actualizando.

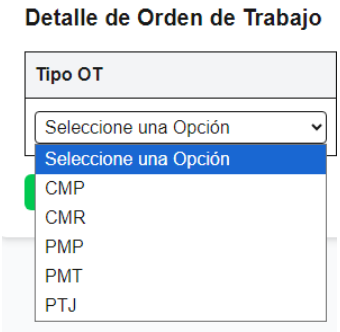


Figura 7. Tipos de OT

SIGNIFICADO DE LA TERMINOLOGÍA

Código	Significado	Descripción	Equivalencia ISO 14224
CMP	Correctivo Mayor Programado	Correctivo de gran envergadura que requiere planificación y posiblemente parada de planta	Corrective maintenance - Major
CMR	Correctivo Menor Rutinario	Correctivo pequeño, rutinario, que se resuelve en el turno sin gran planificación	Corrective maintenance - Minor
PMP	Preventivo Mayor Programado	Mantenimiento preventivo mayor (overhauls, inspecciones mayores)	Preventive maintenance - Major
PMT	Preventivo Menor de Turno	Preventivo menor, rutinario, inspecciones básicas de turno	Preventive maintenance - Minor
PTJ	Proyecto / Trabajo de Ingeniería	Trabajo de mejora, modificación o instalación nueva, no es mantenimiento puro	Project / Engineering work

Esto para un mejor entendimiento de como se verán las Ot's, cuando se elijan el tipo de trabajo.

```
-----------------------------------------
| TIPO DE OT                | (ver las opciones Figura 7)
| ( ) Correctivo - Reporto una falla    |
| ( ) Preventivo/Predictivo (Ruta)      |
-----------------------------------------
| **ÁRBOL DE FALLA (Solo para Correctivo)** |
|                                       |
| 1. SELECCIONA EL SÍNTOMA              |
| [ Buscar o elegir...        ▼ ]       |
| - Motor no arranca                    |
| - Motor sobrecalienta                 |
| - Ruido / Vibración                   |
| - Fuga de fluido [NUEVO]              |
| - Lectura errónea en DCS [NUEVO]      |
-----------------------------------------
| 2. SELECCIONA LA CAUSA PROBABLE       |
| [ Selecciona una opción...  ▼ ]       |
| ⚠ Elige primero un síntoma            |
-----------------------------------------
| 3. RESOLUCIÓN APLICADA                |
| [ Selecciona una opción...  ▼ ]       |
| ⚠ Elige primero una causa             |
|                                       |
| 4. ¿TIEMPO REAL? (HH:MM)              |
| [4.5] hrs (Editable)                  |
```

Comportamiento de la Cascada (Inteligencia detrás de la UI):

1. El técnico elige el **Síntoma**: "Motor no arranca".
2. Inmediatamente, el selector de **Causa Probable** se habilita y muestra SOLO las causas de tu tabla maestra para ese síntoma:
   - Sin energía / breaker disparado
   - Pérdida de fase
   - Rodamiento gripado
   - etc.
3. El técnico elige: "Pérdida de fase".
4. El selector de **Resolución** se activa y completa **automáticamente** con: "Medir voltajes, revisar fusibles/conexiones". ¡Esto es un ahorro de tiempo brutal!
5. **¡Importante!** El campo de Resolución DEBE ser **texto editable**. La sugerencia automática es un gran punto de partida, pero el técnico necesita añadir detalles: *"Se midió voltaje en bornera principal, fase S ausente. Se encontró fusible F3 fundido en el CCM. Se reemplazó por uno nuevo de 10A."*.
6. El Tiempo Estimado de tu tabla se convierte en el **Tiempo Real** pre-poblado, pero el técnico lo puede (y debe) ajustar a lo que tardó realmente.

Para actividades Preventivas/Predictivas:
Si el técnico selecciona "Preventivo/Predictivo" en el Paso 2, oculta el árbol de fallas y directamente muestra un campo abierto de "Descripción de Trabajo" o una lista de tareas predefinidas de la ruta (ej: "Inspección del instrumento"). El flujo es más simple.

3. Paso 3: Registro Formal y Visualización

Este paso es para confirmar y guardar. Muestra un resumen claro antes del registro final.

```
-----------------------------------------
| 📋 RESUMEN DE LA ORDEN              |
|                                     |
| N° OT: 89347 (Auto-generado)        |
| Fecha: 28/04/2026  Turno: Nocturno  |
| Técnicos: Jorge L., Edgar C.        |
|                                     |
| Tag: PIT-410122                     |
| Tipo: PMP (Ruta Predictiva)         |
| Tarea: Inspección del instrumento.  |
| T. Real: 1.00 h                     |
| ✅ ¡Listo para guardar!             |
-----------------------------------------
|      [GUARDAR ORDEN]                |
|      [AÑADIR OTRA OT]               |
-----------------------------------------
```

A veces las OT’s tienen varios equipos por lo que será necesario aumentar líneas en la misma OT’s como por ejemplo en la figura 8, entonces se debe considerar también esto, que se debe colocar de acuerdo a la necesidad de la OT

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

	OT	Tip OT	Tag	Tiempo Tarea	Causa para Trabajo Falla	Descripción Trabajo/Resolución
		Sel. una Opción				
Editar	89346	PMP(Mant. Preventivo predictivo)	PIT-410121	1.00	OT planificado	Inspeccion del instrument
Editar	89346	PMP(Mant. Preventivo predictivo)	PIT-410122	1.00	OT planificado	Inspeccion del instrument
Editar	89346	PMP(Mant. Preventivo predictivo)	PIT-410123	1.00	OT planificado	Inspeccion del instrument
Editar	892741	PMP(Mant. Preventivo predictivo)	250XM151	2.00	OT planificado	Inspeccion, limpieza del e
Editar	892741	PMP(Mant. Preventivo predictivo)	250XM251	2.00	OT planificado	Inspeccion, limpieza del e

Figura 8. Multiples lineas para la introducción de las trabajos de la OT

A veces en la Ot's de inspección se tienen formularios predefinidos en Excel, esto se tiene pensado que estará en una base de datos que de acuerdo al TAG puede elegirse en lo que se refiere Ot's de inspección PMP, se requiere adjuntar también fotografías. Tiene que haber la posibilidad en el modo PC, subir fotos y archivos de reportes, en la versión mobile utilizar la cámara para sacar las fotos y para subir adjuntos,

Observaciones al finalizar colocar una caja paraque el técnico coloque Observaciones por si acaso quiere aclarar mas la información de la OT.

Asi seria este formulario de introducción de Registro de la OT,

4. Estructura de tu DB y Árbol de Fallas en Código

Para implementar esto, se tiene que tener una tabla maestra (o una tabla en una base de datos) que alimenta los selectores. Esto esta en desarrollo y se subirá en una hoja Excel o carga general de Datos

Por lo que en la figura 4, donde esta la pantalla principal debería tener un nuevo botón que diga Configuración/Adición de Datos, que solo tendría acceso los Roles 1, 2 y 3, para introducir nuevos datos como ser TAG de equipos, Árbol de fallas, personal, áreas y demás cosas que se necesite en un futuro y requiera la base de datos.

En resumen una propuesta para la introducción de datos para el Registro de la OT's seria de la figura 9 con algunas sugerencia como se muestra:

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

Nueva estructura propuesta para tu detalle

Campo Actual	Campo Propuesto	Tipo de Dato	Ejemplo
OT	OT (se mantiene)	Numérico	892742
Tip OT	Tip OT (se mantiene)	Selector	CMR (Correctivo reactivo)
Tag	Tag (se mantiene)	Selector+Texto	210CR001
Tiempo Tarea	Tiempo Tarea (se mantiene)	Numérico	2.5
Causa para Trabajo/Falla →	**Síntoma (Failure)**	Selector árbol	"Chancador no arranca"
(nuevo)	**Análisis (Analysis)**	Selector árbol	"Fusible termomagnético disparado"
(nuevo)	**Causa Raíz (Root Cause)**	Selector árbol	"Sobrecarga por atoro de material"
Descripción Trabajo/Resolución →	**Resolución (Resolution)**	Selector+Texto libre	"Desatoro de cámara + reset de térmico"
(nuevo)	**Adjuntos**	Media Objects	Foto_atoro.jpg, Certificado.pdf
(nuevo)	**Repuestos Utilizados**	Selector múltiple	"Fusible 200A (1)", "Grasa EP-2 (2kg)"
(nuevo)	**Tiempo Real de Reparación**	Numérico	3.5

Figura 9. Propuesta de llenado de OT's, versus version antigua

2.5 Reporte de OT

Esta pagina ya se basa en los datos obtenidos, y esto será importante para la introducción de los datos en el JDEdwards, lo importante aquí es que este en base al número de OT, que seria el punto de enlace con el JDE. Con este podemos generar un reporte del numero de OT y cerrar en el sistema ERP que tenemos

MINERA SAN CRISTÓBAL S.A.	REPORTE OT	OT
		892325

FECHA	TURNO	REALIZADO POR	TIPO DE OT	TAG	TIEMPO TAREA	CAUSA PARA TRABAJO/FALLA	DESCRIPCIÓN DE TRABAJO/RESOLUCIÓN	OBSERVACIONES	CONCLUIDO
29/12/2025	Nocturno	EDSON ADHEMAR ESPEJO ROSPIGLIOSSI Felix Cordova Ramos	PMP(Mant. Preventivo predictivo)	250XM151	24	OT Programada	Verificación de funcionamiento e inspección de equipos		Si
29/12/2025	Nocturno	EDSON ADHEMAR ESPEJO ROSPIGLIOSSI Felix Cordova Ramos	PMP(Mant. Preventivo predictivo)	250XM151	24	OT Programada	Verificación de funcionamiento e inspección de equipos		Si
30/12/2025	Nocturno	Felix Cordova Ramos EDSON ADHEMAR ESPEJO ROSPIGLIOSSI	PMP(Mant. Preventivo predictivo)	250XM151	24	OT Programada	Revision funcionamiento del equipo		Si
30/12/2025	Nocturno	Felix Cordova Ramos EDSON ADHEMAR ESPEJO ROSPIGLIOSSI	PMP(Mant. Preventivo predictivo)	250XM251	24	OT Programada	Revision funcionamiento del equipo		Si

Figura 10. Reporte de OT antiguo, actual sistema

Propuesta de Reporte Mejorado con Flujo Supervisor

Visión Conceptual del Nuevo Flujo.

TÉCNICO LLENA EN CAMPO (Móvil/Tablet/PC) → SUPERVISOR REVISA/EDITA (Agrega valor técnico) → REPORTE FINAL BLOQUEADO (Para análisis y KPIs)

NUEVO REPORTE DE ÓRDENES DE TRABAJO (Versión Web Editable)
Diseño conceptual con secciones claras y flujo de trabajo:

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════
            REPORTE DE ÓRDENES DE TRABAJO
            Semana: 28/04/2026 al 03/05/2026 | Turno: Nocturno
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════

FILTROS RÁPIDOS: [Técnico ▼] [Tag ▼] [Tipo OT ▼] [Estado: Pendiente Revisión ▼] [Buscar...]
[Exportar Excel] [Exportar PDF] [Modo Edición Superviso: OFF/ON]

──────────────────────────────────────────────────────────────────────
📌 MÉTRICAS RÁPIDAS DEL PERÍODO SELECCIONADO
 Total OT: 47 | Pendientes Revisión: 🟡 12 | Con Observaciones: 🔵 5 | Concluidas: 🟢 30
 HH Totales: 156.5 | % Correctivo: 23% | % Preventivo: 77%
──────────────────────────────────────────────────────────────────────

═══════════════════════════════════════════════════════════════════════
🔴 PENDIENTES DE REVISIÓN POR SUPERVISOR (12 OT's requieren tu atención)
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════

┌─ OT #892327 ──────────────────────────────────────────────────────┐
│ 🏷️ Tag: PIT-410121 | 📍 Área: Molienda Línea 1                    |
│ 📅 28/04/2026 | 🌙 Turno Nocturno | 👷 Técnico: Jorge Llauque Choque  |
│ ⏱️ Tiempo Real: 1.5 h                                              |
│                                                                    |
│ TIPO: CORRECTIVO                                                   |
│ SÍNTOMA: Motor no arranca                  [Editar ▼]              |
│ CAUSA PROBABLE: Pérdida de fase            [Editar ▼]              |
│ RESOLUCIÓN APLICADA:                       [Editar campo]          |
│ ┌──────────────────────────────────────────────────────────────┐   |
│ | Medir voltajes, revisar fusibles/conexiones.                 | |
│ | (Texto auto-sugerido por el árbol de fallas, editable por el técnico) | |
│ └──────────────────────────────────────────────────────────────┘   |
│                                                                    |
│ OBSERVACIONES DEL TÉCNICO:                 [Editar campo]          |
│ ┌──────────────────────────────────────────────────────────────┐   |
│ | "Falta completar detalle del fusible cambiado"               | |
│ └──────────────────────────────────────────────────────────────┘   |
│

                                                                    |
│ --- SECCIÓN SUPERVISOR ---                                         |
│ TIPO DE ACTIVIDAD (RCM):                   [Agregar ▼]             |
│ [ ] Correctivo No Planificado  [ ] Correctivo Programado           |
│ [ ] Mant. Menor            [ ] Mant. Mayor                         |
│                                                                    |
│ CÓDIGO MODO DE FALLA (ISO 14224):          [Agregar ▼]             |
│ [Agregar código normalizado, ej: EL-MOT-FASE-01]                  |
│                                                                    |
│ COMENTARIOS DEL SUPERVISOR:                [Agregar campo]         |
│ ┌──────────────────────────────────────────────────────────────┐   |
│ | "Jorge, especificar: ¿Qué fusible se cambió? ¿Referencia?    | |
│ |  ¿Medición de voltajes antes y después?"                     | |
│ └──────────────────────────────────────────────────────────────┘   |
│                                                                    |
```

```
| [🔄 Solicitar Corrección al Técnico]  [✅ Revisado y Concluir]          |
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌─ OT #892329 ──────────────────────────────────────────────────────────┐
| 🏷️ Tag: 250XM151 | 📍 Área: Chancado Primario                        |
| 📅 28/04/2026 | 👤 Edgar Javier Calle Choque                        |
| ⏱️ 0.5 h | TIPO: PMP                                                 |
|                                                                      |
| TAREA DE RUTA: Inspección del instrumento                            |
| HALLAZGOS:                                  [Editar campo]           |
| ┌ "Sin novedades relevantes. Equipo opera dentro de parámetros."    ┐ |
| └──────────────────────────────────────────────────────────────────┘ |
|                                                                      |
| --- SUPERVISOR ---                                                   |
| ¿GENERA OT DE HALLAZGO?:   [ ] Sí  [✓] No                            |
| NUEVA OT GENERADA:        [No aplica]                                |
|                                                                      |
| [✅ Revisado y Concluir]                                             |
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

═══════════════════════════════════════════════════════════════════════
🟢 CONCLUIDAS (30 OT's en el período)
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════
```

(Se muestra tabla compacta con opción de expandir para ver detalle completo)

Funcionalidades Clave para el Perfil "Supervisor"

Modo Edición con Trazabilidad

Ejemplo visual del historial de cambios en una OT:

OT #892327 - Historial de Modificaciones

Fecha/Hora	Usuario	Cambio Realizado
28/04 06:45	Jorge Llauque	Creación inicial (estado: Pendiente)
29/04 08:30	Sup. Mario Ruiz	Modo falla: Código EL-MOT-FASE-01
29/04 08:32	Sup. Mario Ruiz	Solicitó corrección al técnico
29/04 14:15	Jorge Llauque	Agregó: "Cambiado fusible F4 10A"
30/04 07:00	Sup. Mario Ruiz	Estado: Revisado y Concluido

Vista de Tablero para Supervisión Rápida

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════
            TABLERO DEL SUPERVISOR (Vista Consolidada)
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════
```

Estado de Revisiones Hoy:

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────┐
| 🟡 12 Pendientes Revisión   🟠 3 Con Solicitud de Corrección      |
| 🔵 5 Con Observaciones      🟢 30 Concluidas                     |
└──────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

OT's con Mayor Tiempo (Posibles problemas sistémicos):

```
┌──────────────┬──────────┬──────────┬──────────────┐
| OT #892327   | 250XM131 | 4.5 hrs  | ⚠️ Por revisar|
| OT #892340   | PIT-4102 | 3.0 hrs  | 🔄 Corregir   |
| OT #892298   | 250XM401 | 2.5 hrs  | ✅ Concluido  |
└──────────────┴──────────┴──────────┴──────────────┘
```

Técnicos con Más OT's Pendientes de Corrección:

```
┌──────────────┬──────────┐
| Jorge Llauque | 4 OT's  |
| Edgar Calle   | 2 OT's  |
└──────────────┴──────────┘
```

Campos Esenciales que el Supervisor Debe Poder Agregar/Modificar

Campo	Quién Llena	Propósito	Ejemplo
Síntoma-Causa-Resolución	Técnico	Primera línea de datos	"Motor no arranca - Pérdida de fase - Cambiar fusible"
Código Modo Falla (ISO 14224)	Supervisor	Estandarización para análisis de confiabilidad	EL-MOT-FASE-01
Clasificación RCM	Supervisor	Tipo de mantenimiento real	"Correctivo No Planificado"
Criticidad del Equipo	Supervisor	Priorización de recursos	"A" (Equipo crítico sin respaldo)
Lección Aprendida / RCA	Supervisor	Conocimiento institucional	"Verificar stock mínimo de fusibles 10A en CCM Molienda"
¿Requiere Planificación?	Supervisor	Flujo de trabajo	"Sí - Planificar inspección de contactor en próxima parada"
Enlace a OT Relacionada	Supervisor	Trazabilidad de hallazgos	"Generado a partir de hallazgo en OT #892329"

Flujo de Trabajo Resumido

```
1. TÉCNICO EN CAMPO (Móvil)
   Llena datos básicos + árbol de fallas
   Estado: "Pendiente Revisión"
            ↓
2. NOTIFICACIÓN AL SUPERVISOR
   Aparece en tablero como "Pendiente"
            ↓
3. SUPERVISOR REVISA (Web/Escritorio)
   ¿La información es correcta y completa?
   ├── SÍ → Agrega códigos RCM, modo falla, lecciones
   |        Estado: "Revisado" → "Concluido"
   |
   └── NO → Agrega comentario, solicita corrección
            Estado: "Solicitar Corrección"
            El técnico recibe notificación para completar
            ↓
4. TÉCNICO CORRIGE → Vuelve a "Pendiente Revisión" (ciclo hasta aprobar)
```

Recomendaciones

1. **No se elimina nada, solo agrega**: Tu tabla actual sirve. Agrégale las columnas nuevas y crea una vista filtrada para el supervisor.

2. **El árbol de fallas debe ser "vivo"**: Un supervisor debe poder agregar nuevos síntomas o causas al catálogo cuando aparezca algo nuevo. Esto se vuelve inteligencia institucional.
3. **KPIs automáticos desde el supervisor**: Si el supervisor clasifica bien (modo de falla, criticidad), tu reporte automáticamente podrá generar:
   - Pareto de modos de falla
   - MTBF por equipo
   - % de correctivo planificado vs no planificado
   - Backlog por criticidad
4. **Exportación a Excel/PDF**: Fundamental para reuniones de planificación. El reporte debe permitir exportar con TODOS los campos (técnico + supervisor). Esta información deberá ser subida al JDE, para cerrar la OT como completada.

2.6 Reporte de Turno

Otra de las funciones que se requiere de este sistema es que genere automáticamente un reporte de turno basado en el turno día y turno noche, figura 11, Se tiene un supervisor que tiene la responsabilidad de toda la planta y por lo tanto debe reunir los datos introducidos en el turno dia, o en el turno noche, luego deberá elegir que información colocar, la mas importante, por que la cantidad de datos será mucha.
Aquí es importante que el supervisor de turno dia o noche, pueda consultar que trabajos tiene en el turno, esto por los datos introducidos, será de bastante utilidad este resumen.

MINERA SAN CRISTÓBAL S.A. | REPORTE DE MANTENIMIENTO PLANTA | 2.03.P01.F35 Revisión: 5 | INTERNA

GERENCIA DE MANTENIMIENTO PLANTA	DISCIPLINA:	TURNO:	FECHA:
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO	Instrumentación	Diurno	01/05/2026

ÍTEM	EQUIPO TAG	TIEMPO TAREA	OT	DESCRIPCION DEL TRABAJO / CAUSA DE FALLA	FALLA / RESOLUCION	CONCLUIDO	OBSERVACIONES
1	LIT-240066	2.00	892743	valvula no controla el nivel	se realizo pruebas de vavulas , se realizo calibracion de un posicionador	Si	
2	320FL101	2.00	892743	falla de comunicacion	se reviso los finales de carrera , sensores , pesometro ,bobinas se encontro un rele que estaba en falla , se desabilito el rele y el filtro se deja trabajando operativo	Si	
3	FIT-230090	2.00	892743	apoyo a operaciones	desconexion , calibracio y conexionado de un nuevo posecionador , pruebas de funcionamiento operativo	Si	
4	210	2.00	892743	jostink en mal estado	el mando isquerdo se encuentra roto se cambio de jostink	Si	
5	420	1.00	892743	apoyo a operaciones	apoyo en cierre de valvula y pruebas de funcionamiento	Si	
6	210CP001	2.00	892743	apoyo a mecanico de lubricacion	desconexionado de la bobina del sistema de lubricacion del pica roca	No	Falta el conexionado
7	LIT-630052	2.00	892743	OT programada	se realizo un reinicio al flex AIO	Si	
8	710BL715	1.00	892743	no controla la temperatura	se reviso y realizo pruebas del controlador del horno de toldos no controla la temperatura	Si	la temperatura llega a 200 grados y no se corta y sigue subiendo

Realizado Por: James Chanel Quispe Miranda

Figura 11. Reporte de turno actual

Esto es una **Sistema de Gestión de Turno a Turno (Shift Handover)** con generación de reporte ejecutivo. Es una de las herramientas más críticas en mantenimiento de plantas concentradoras porque determina cómo se transfiere el conocimiento entre turnos y afecta directamente la continuidad operativa y la seguridad.

El Flujo Completo del Sistema

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│                    SISTEMA DE GESTIÓN DE ÓRDENES DE TRABAJO                          │
│                     Y REPORTE DE TURNO A TURNO AUTOMATIZADO                          │
│                        MINERA SAN CRISTÓBAL S.A.                                     │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

                    ┌──────────────────┐
                    │ TÉCNICOS EN CAMPO │
                    │ (Móvil / Tablet)  │
                    │ Llenan cada OT    │
                    └──────────┬────────┘
                               │
                               ▼
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│                    BASE DE DATOS CENTRALIZADA                                        │
│  Todas las OT's del turno activo, con estados, técnico, tiempo, árbol de fallas completo │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
                               │
                  ┌────────────┴────────────┐
                  │                         │
                  ▼                         ▼
┌──────────────────────────┐   ┌──────────────────────────┐
│ SUPERVISOR TURNO SALIENTE │   │ SUPERVISOR GENERAL PLANTA │
│ (Día o Noche)             │   │ (Consolida ambos turnos)  │
│                           │   │                           │
│ 1. Revisa OT's de su turno │   │ 1. Recibe reporte turno A │
│ 2. Marca cuáles son críticas │   │ 2. Recibe reporte turno B │
│ 3. Agrega recomendaciones │   │ 3. Consolida en un solo doc │
│ 4. Genera PDF de su turno │   │ 4. Genera PDF ejecutivo final │
│ 5. Envía por email        │   │ 5. Distribuye a gerencia  │
└──────────────┬───────────┘   └──────────────────────────┘
               │                          │
               └──────────┬───────────────┘
                          │
                          ▼
                  ┌──────────────────┐
                  │ REUNIÓN DE INICIO │
                  │ DE JORNADA (7:00 am) │
                  │ Con PDF consolidado │
                  └──────────────────┘
```

Entre las características del reporte, debe ser solo de las OT's generadas en el turno nocturno por ejemplo y algunas que están retrasadas del anterior turno, a esa informacion debe acceder el supervisor.
La idea general se generar un reporte ejecutivo para la reunión de coordinacion

MÓDULO 1: VISIÓN DEL SUPERVISOR DE TURNO
Pantalla Principal del Supervisor de Turno

PANEL DE SUPERVISIÓN - TURNO NOCTURNO
01/05/2026 | Supervisor: Edgar Javier Calle Choque

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 📊 RESUMEN DEL TURNO                                                     │
│                                                                          │
│ Total OT's: 23  | Concluidas: 🟢 19  | Pendientes: 🟡 3  | Inconclusas: 🔴 1 |
│                                                                          │
│ HH Totales: 47.5  | Correctivo: 8 (35%)  | Preventivo: 15 (65%)          |
│                                                                          │
│ ⚠️ ALERTAS:                                                              │
│ • 210CP001 - Trabajo INCONCLUSO (Falta conexionado)                      │
│ • 710BL715 - Equipo operando con limitación (Temp fuera de control)      │
│ • FIT-230090 - Tiempo real excede estimado en 1.5 hrs                    │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

📋 LISTADO DE OT's DEL TURNO

Filtros: [Todas las disciplinas ▼] [Todos los estados ▼] [Buscar Tag...]
[Seleccionar todas] [Deseleccionar todas]

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ ☑ Marcar para incluir en reporte  | ☑ Crítico  | ☑ Pendiente siguiente  |
│ turno                             | para PDF  | turno                  |
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│ ☑ ┌─ #1 | LIT-240066 | ⏱ 2.0h | ✅ Concluido ──────────────────────┐ |
│   | Descripción: valvula no controla el nivel                        | |
│   | Resolución: calibración de posicionador                          | |
│   | ☑ Incluir en reporte  ☐ Marcar como crítico  ☐ Pendiente sig. turno| |
│   | Notas supervisor: [Calibración exitosa, operativo_____________]  | |
│   └──────────────────────────────────────────────────────────────────┘ |
│ ☑ ┌─ #2 | 320FL101 | ⏱ 2.0h | ✅ Concluido ──────────────────────┐ |
│   | Descripción: falla de comunicación                               | |
│   | Resolución: relé en falla, desabilitado, filtro operativo        | |
│   | ☑ Incluir en reporte  ☑ Marcar como crítico  ☐ Pendiente sig. turno| |
│   | Notas supervisor: [Requiere reemplazo definitivo de relé_________] | |
│   └──────────────────────────────────────────────────────────────────┘ |
│ ☑ ┌─ #6 | 210CP001 | ⏱ 2.0h | 🔴 INCONCLUSO ──────────────────────┐ |
│   | Descripción: apoyo a mecanico de lubricacion                     | |
│   | Estado actual: Bobina desconectada, FALTA CONEXIONADO            | |
│   | ☑ Incluir en reporte  ☑ Marcar como crítico  ☑ DEBE CONTINUAR    | |
│   | Notas supervisor: [URGENTE: Completar conexionado bobina_________] | |
│   | Responsable recomendado: [Instrumentista turno entrante_____]    | |
│   └──────────────────────────────────────────────────────────────────┘ |
│ ☐ ┌─ #5 | 420 | ⏱ 1.0h | ✅ Concluido ──────────────────────┐ |
│   | Descripción: apoyo a operaciones (cierre de válvula)             | |
│   | Resolución: pruebas de funcionamiento                            | |
│   | ☐ Incluir en reporte  (Trabajo rutinario, no se incluye)         | |
│   └──────────────────────────────────────────────────────────────────┘ |
│                                                                          │
│ (Scroll para ver más OT's...)                                            │
│                                                                          │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

📝 SECCIÓN DE RECOMENDACIONES PARA EL SIGUIENTE TURNO

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

1. [URGENTE] Completar conexionado de bobina en 210CP001 (sistema de lubricación pica roca). Se requiere instrumentista con conocimientos en sistemas de lubricación.

2. [PLANIFICAR] Programar cambio de relé en 320FL101 en próxima parada programada. Se recomienda tener repuesto en stock.

3. [SEGUIMIENTO] Monitorear temperatura en 710BL715. El controlador no está cortando a 200°C. Posible falla en termocupla o controlador.

4. [SEGURIDAD] Precaución en área de molienda por piso resbaloso debido a fuga menor de agua en sello de bomba 310PP102.

[+ Agregar recomendación]

📎 DOCUMENTOS ADJUNTOS DEL TURNO

📷 Foto de relé dañado (320FL101) | 📷 Foto de posicionador calibrado (LIT-240066)
[+ Adjuntar archivo]

[💾 GUARDAR COMO BORRADOR] [👁 PREVISUALIZAR PDF] [📤 ENVIAR REPORTE DE TURNO]

MÓDULO 2: GENERACIÓN DEL PDF AUTOMÁTICO DEL TURNO

Cuando el supervisor presiona **"Previsualizar PDF"** o **"Enviar Reporte de Turno"**, el sistema genera automáticamente un PDF con este formato:

MINERA SAN CRISTÓBAL S.A.
GERENCIA DE MANTENIMIENTO PLANTA
SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO

REPORTE DE TURNO A TURNO - MANTENIMIENTO PLANTA

Turno: NOCTURNO Fecha: 01/05/2026
Supervisor: Edgar Javier Calle Choque
Generado: 02/05/2026 06:45 AM

1. RESUMEN EJECUTIVO

Total OT's trabajadas: 23
OT's concluidas: 19 (82.6%)
OT's pendientes: 3 (13.0%)
OT's inconclusas: 1 (4.3%) ← ATENCIÓN REQUERIDA
Horas Hombre totales: 47.5
Horas Hombre correctivo: 18.5 (38.9%)
Horas Hombre preventivo: 29.0 (61.1%)

Disciplinas involucradas: Instrumentación, Electricidad, Mecánica

2. TRABAJOS CRÍTICOS REALIZADOS

🔴 CRÍTICO | 320FL101 | Falla de comunicación

Problema: Relé de comunicación en falla
Acción: Se desabilitó el relé y se dejó el filtro operativo
Estado: ✅ Concluido (solución temporal)
Pendiente: Requiere reemplazo definitivo de relé en próxima parada
Tiempo: 2.0 hrs
Responsable: James Chanel Quispe Miranda

🔴 CRÍTICO | LIT-240066 | Válvula no controla el nivel

Problema: Descontrol en válvula de nivel
Acción: Calibración de posicionador, pruebas de funcionamiento
Estado: ✅ Concluido (operativo)
Tiempo: 2.0 hrs
Responsable: James Chanel Quispe Miranda

3. TRABAJOS QUE QUEDAN PENDIENTES PARA EL SIGUIENTE TURNO

🔴 URGENTE | 210CP001 | Sistema de lubricación pica roca

Situación: Bobina del sistema de lubricación está DESCONECTADA
Pendiente: Conexionado de bobina
Prioridad: ALTA - Impacta operación del pica roca
Recomendado: Instrumentista
Tiempo est.: 1.5 hrs

🟡 SEGUIMIENTO | 710BL715 | Controlador de temperatura de horno

Situación: Controlador no corta a 200°C, sigue subiendo temperatura
Pendiente: Diagnosticar termocupla y/o controlador
Prioridad: MEDIA - Riesgo de sobrecalentamiento
Nota: Operando con supervisión manual

4. RECOMENDACIONES DEL SUPERVISOR

1. [URGENTE] Completar conexionado de bobina en 210CP001. Sistema de lubricación del pica roca fuera de servicio.

2. [PLANIFICAR] Programar cambio de relé en 320FL101. Solicitar repuesto a bodega y verificar disponibilidad.

3. [SEGUIMIENTO] Monitorear temperatura en 710BL715 cada 2 horas. Reportar si supera 220°C.

4. [SEGURIDAD] Piso resbaloso en área de molienda por fuga en sello de bomba 310PP102. Coordinar con operaciones para limpieza.

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

5. TRABAJOS COMPLETADOS (LISTA COMPLETA)

#	Tag	Descripción	Resolución	Tiempo	Estado
1	LIT-240066	válvula no controla nivel	calibración de posicionador	2.0 h	✅
2	320FL101	falla de comunicación	relé desabilitado, operativo	2.0 h	✅
3	FIT-230090	apoyo a operaciones	nuevo posicionador instalado	2.0 h	✅
4	210	jostink en mal estado	cambio de jostick	2.0 h	✅
5	420	apoyo a operaciones	cierre de válvula, pruebas	1.0 h	✅
6	210CP001	apoyo mecánico lubricación	bobina desconectada	2.0 h	❌
7	LIT-630052	OT programada	reinicio flex AIO	2.0 h	✅
8	710BL715	no controla temperatura	pruebas realizadas	1.0 h	⚠️

FIN DEL REPORTE DE TURNO
Este reporte fue generado automáticamente por el sistema.
Próxima reunión de turno: 02/05/2026 07:00 AM

5. MÓDULO 3: CONSOLIDACIÓN PARA REUNION
6. Pantalla de Consolidación

PANEL DE CONSOLIDACIÓN - SUPERVISOR GENERAL DE PLANTA
02/05/2026 | Preparando reunión de inicio de jornada 07:00 AM

📥 REPORTES RECIBIDOS

🟢 Turno NOCHE (01/05/2026) - Recibido 06:45 AM - Supervisor: Edgar Calle
• 23 OT's trabajadas | 1 inconclusa | 2 críticas
[Ver reporte completo] [Ver solo críticas]

⏳ Turno DÍA (01/05/2026) - Pendiente de recibir
El supervisor de turno día aún no ha enviado su reporte
[✉ Solicitar envío urgente]

🔧 CONSOLIDACIÓN MANUAL (Arrastrar ítems de ambos turnos al reporte final)

ITEMS TURNO NOCHE (Arrastrar al centro)	ITEMS TURNO DÍA (Pendiente de envío)
🔴 210CP001 - INCONCLUSO	
🔴 320FL101 - Relé crítico	
🟡 710BL715 - Temp horno	
✅ LIT-240066	
✅ FIT-230090	
✅ 210	
✅ 420	
✅ LIT-630052	

▼

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 📋 REPORTE CONSOLIDADO FINAL - REUNIÓN 07:00 AM                          │
│                                                                          │
│ 🔴 PENDIENTES CRÍTICOS PARA HOY:                                         │
│  • 210CP001 - Conexionado de bobina (Urgente, instrumentista)            │
│  • [Turno Día pendiente...]                                              │
│                                                                          │
│ 🟡 SEGUIMIENTO:                                                          │
│  • 710BL715 - Temperatura horno                                          │
│  • 320FL101 - Relé (planificar cambio)                                   │
│                                                                          │
│ ⚠️ SEGURIDAD:                                                            │
│  • Piso resbaloso molienda (fuga sello 310PP102)                         │
│                                                                          │
│ ✅ COMPLETADOS: 7 trabajos                                               │
│                                                                          │
│ 📝 NOTAS DEL SUPERVISOR GENERAL:                                         │
│ ┌──────────────────────────────────────────────────────────────────┐    │
│ │ [Notas adicionales para la reunión...]                           │    │
│ └──────────────────────────────────────────────────────────────────┘    │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

[💾 GUARDAR CONSOLIDADO]  [👁 PREVISUALIZAR PDF FINAL]  [📤 ENVIAR POR EMAIL]
```

MEJORES PRÁCTICAS ACTUALES EN GESTIÓN DE TURNO A TURNO

Si se puede tomar estas mejores practicas para poder introducir al sistema

Regla de los 3 Temas para el Reporte (OSHA y Mejores Prácticas Mineras)
Un reporte de turno efectivo debe tener solo 3 temas principales, basado en la metodología **EOW (End of Watch)** de la industria minera:

1. ¿QUÉ SE HIZO? → Trabajos completados (solo los que impactan)
2. ¿QUÉ QUEDÓ PENDIENTE? → Con prioridad y responsable sugerido
3. ¿QUÉ RIESGOS HAY? → Seguridad, equipos operando con limitación

Log Book Digital vs. PDF Estático (Práctica Moderna)
Las mineras de clase mundial están migrando a **Log Books Digitales Interactivos**:

- El PDF es para la reunión (estático)
- El sistema en vivo es para consulta durante el turno (dinámico)
- Si un técnico actualiza una OT a las 3:00 AM, el supervisor saliente lo ve en tiempo real
- **No se espera al final del turno para enterarse de problemas**

Recomendación: Mantén el PDF para la reunión, pero asegúrate de que el panel en vivo sea la fuente de verdad durante el turno.

KPIs que Debes Incluir en Cada Reporte

KPI	Fórmula	Para qué sirve
% Cumplimiento de OT	OT concluidas / OT programadas	Eficiencia del turno
% Correctivo vs Preventivo	HH correctivo / HH totales	Salud del programa de mantenimiento

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

Trabajos Inconclusos	Cantidad de OT no concluidas	Riesgo para el siguiente turno
Tiempo Medio de Resolución	HH totales / OT concluidas	Productividad
Backlog de Pendientes	OT pendientes acumuladas	Carga de trabajo futura

- **5. Integración con Sistemas (Práctica Avanzada)**

Los sistemas modernos integran:

Sistema de OT's → Reporte de Turno → CMMS (SAP/MAXIMO) → Planificación
↓
Tablero de Control en Tiempo Real (Power BI/Grafana)
↓
Notificaciones push al celular del supervisor entrante

¿Qué más puedes sugerir?

- **Auditoría de reportes:** El sistema debe permitir que el superintendente vea cuántos reportes se enviaron a tiempo y cuántos se retrasaron.
- **Checklist de entrega de turno:** Agregar un checklist estandarizado que el supervisor entrante debe firmar al recibir el reporte:
  - ☐ Revisé trabajos críticos pendientes
  - ☐ Revisé condiciones de seguridad reportadas
  - ☐ Asigné responsables para pendientes urgentes
- **Dashboard en tiempo real para la reunión:** Proyectar el tablero consolidado en una pantalla durante la reunión, no solo el PDF.

2.7 Reporte por TAG

Este servirá como un consulta para ver el histórico del los equipos y que OT's, en que fechas, porque fueron intervenidos, que cambios se hizo, básicamente la información del equipo. Actualmente se tiene este reporte que se genera de acuerdo al tag solicitado, con un filtro por especialidad, mecánica electrics e instrumentacion y rango de fechas, etc.

Normas y Estándares de Referencia

Norma / Estándar	Qué establece	Aplicación en tu reporte
ISO 14224:2016	Recolección e intercambio de datos de confiabilidad para equipos	Taxonomía, modos de falla, severidad, datos para MTBF/MTTR
ISO 55000:2014	Gestión de Activos	Trazabilidad completa del ciclo de vida del activo
EN 13460:2009	Documentos de mantenimiento	Estructura del historial técnico del equipo
IEC 62740:2015	Análisis Causa Raíz	Datos necesarios para RCA (qué, cuándo, por qué, consecuencias)
GAMP 5	Buenas prácticas en sistemas automatizados	Trazabilidad en instrumentación y sistemas de control
ICMM	Consejo Internacional de Minería y Metales	Estándares para activos críticos en minería

---

Lo que NECESITAS en un Historial de Equipo (ISO 14224)

La norma ISO 14224 establece que el historial de un equipo debe responder a **5 preguntas fundamentales**:

```
┌──────────────────────────────────────────────┐
│          LAS 5 PREGUNTAS DEL HISTORIAL       │
│          (Basado en ISO 14224:2016)          │
├──────────────────────────────────────────────┤
```

```
│                                                                    │
│ 1. ¿QUÉ FALLÓ?          → Componente, subsistema, síntoma          │
│ 2. ¿CÓMO FALLÓ?         → Modo de falla normalizado                │
│ 3. ¿POR QUÉ FALLÓ?      → Causa raíz, mecanismo de falla           │
│ 4. ¿QUÉ SE HIZO?        → Acción correctiva, partes cambiadas      │
│ 5. ¿CUÁNTO IMPACTÓ?     → Tiempo fuera de servicio, costo          │
│                                                                    │
└────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

DISEÑO DEL REPORTE DE HISTORIAL DE TAG
Pantalla de Consulta (Filtros)

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════
              HISTORIAL DE INTERVENCIONES DEL EQUIPO
              TAG: [ 320FL101        ] [ Buscar ]
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ DATOS MAESTROS DEL EQUIPO (Asset Information)                        │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│ TAG:          320FL101          Área:       Filtración Línea 1       │
│ Descripción:    Filtro Prensa      Criticidad:   A (Crítico sin respaldo) │
│ Disciplina:    Instrumentación     Fabricante:   Siemens             │
│ Modelo:        SIPART PS2         Serie:       8WL4123-5BF           │
│ Fecha Inst.:   15/03/2018          Garantía:     No aplica            │
│ Vida Útil Est.:12 años            Vida Útil Rem: 4.2 años            │
│                                                                      │
│ MTBF Actual:    1,245 hrs          MTTR Promedio: 2.8 hrs            │
│ Confiabilidad:  87.3%             Disponibilidad: 94.1%              │
│                                                                      │
│ Última Intervención: 01/05/2026    Próxima Preventiva: 15/05/2026    │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ FILTROS DE BÚSQUEDA                                                  │
│                                                                      │
│ Rango de Fechas:  [01/01/2025] hasta [01/05/2026]                    │
│ Tipo de OT:       [☑ Correctivo] [☑ Preventivo] [☑ Predictivo] [☐ Proyecto]│
│ Disciplina:       [☑ Instrumentación] [☐ Mecánica] [☐ Electricidad]  │
│ Estado:           [☑ Concluido] [☑ Inconcluso] [☐ Cancelado]         │
│ Criticidad Evento: [Todos ▼]  (Alta / Media / Baja)                  │
│                                                                      │
│ [ Aplicar Filtros ]  [ Limpiar ]  [ Exportar Excel ]  [ Exportar PDF ]  │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

SECCIÓN 1: RESUMEN EJECUTIVO DEL EQUIPO

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════
📊 RESUMEN DE CONFIABILIDAD DEL PERÍODO (01/01/2025 - 01/05/2026)
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│  Total Intervenciones:  8                                            │
│  ├── Correctivas:       3 (37.5%)                                    │
│  ├── Preventivas:       4 (50.0%)                                    │
│  └── Predictivas:       1 (12.5%)                                    │
│                                                                      │
│  Horas Fuera de Servicio Total:  22.5 hrs                            │
│  Tiempo Medio de Reparación (MTTR):  2.8 hrs                         │
```

```
│ Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF):   1,245 hrs (51.8 días)              │
│                                                                        │
│ Costo Total de Intervenciones:  $2,450 USD                             │
│ ├── Mano de Obra:   $1,680 USD                                         │
│ └── Materiales:     $770 USD                                           │
│                                                                        │
│ Modo de Falla Más Frecuente: Pérdida de comunicación (2 eventos)       │
│ Componente Más Recurrente: Relé de comunicación (2 cambios)            │
│                                                                        │
│ ⚠️ ALERTA: 2 fallas del mismo componente en 4 meses                    │
│   Recomendación: Evaluar causa raíz, posible problema sistémico        │
│                                                                        │
└────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

Una de las ventajas del JDE, que podemos tener los costos por OT, por lo que se tendría que tener alguna forma de subir una archivo Excel o CSV, para complementar los datos de costos de la OT.

SECCIÓN 2: CRONOLOGÍA DE INTERVENCIONES (Línea de Tiempo)

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════
📅 LÍNEA DE TIEMPO DE INTERVENCIONES
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════

Ene 2025   Feb 2025   Mar 2025   Abr 2025   May 2025   ...   May 2026
  │          │          │          │          │
  ▼          ▼          ▼          ▼          ▼

┌─────┐    ┌─────┐    ┌─────┐    ┌─────┐    ┌─────┐        ┌─────┐
│Prev.│    │Corr.│    │Prev.│    │Corr.│    │Pred.│        │Corr.│
│Calib.│   │Com. │    │Insp.│    │Relé │    │Termo-│       │Relé │
│Rut. │    │Falla│    │Prog.│    │Falla│    │grafía│       │Falla│
└─────┘    └─────┘    └─────┘    └─────┘    └─────┘        └─────┘

  ✅         🔴         ✅         🔴         🔵         🔴
```

SECCIÓN 3: TABLA DE INTERVENCIONES (Versión Actual ENRIQUECIDA)

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════
📋 DETALLE DE INTERVENCIONES (8 registros encontrados)
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════

┌────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ #1 | OT: 892743 | 01/05/2026 | Turno: Diurno | ⏱ 2.0 hrs | 🔴 Correctivo  |
├────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│ MOTIVO DE INTERVENCIÓN:                                                │
│ Falla de comunicación                                                  │
│                                                                        │
│ ÁRBOL DE FALLA (Síntoma → Causa → Resolución):                         │
│ ┌──────────────────────────────────────────────────────────────────┐   │
│ │ SÍNTOMA:    Pérdida de señal de comunicación en DCS              │   │
│ │ CAUSA:      Relé de comunicación K3 en falla (contactos sulfatados)  │
│ │ RESOLUCIÓN: Se desabilitó relé K3. Filtro quedó operativo.       │   │
│ │             Pendiente: Reemplazo definitivo del relé en próxima parada. │
│ └──────────────────────────────────────────────────────────────────┘   │
│                                                                        │
│ MODO DE FALLA (ISO 14224): INS-COM-REL-01 (Falla de relé de comunicación)  │
│ SEVERIDAD: Alta (equipo fuera de servicio)                             │
│                                                                        │
│ COMPONENTE INTERVENIDO: Relé de comunicación K3                        │
│ PARTE REEMPLAZADA: Ninguna (bypass temporal)                           │
│ REPUESTO NECESARIO: Relé 24VDC 8 pines (Cód. almacén: REL-24V8P-001)   │
│                                                                        │
│ TÉCNICO(S):     James Chanel Quispe Miranda                            │
│ SUPERVISOR:     Edgar Javier Calle Choque                              │
```

OBSERVACIONES: El filtro opera con bypass. Monitorear comunicación.
Programar cambio definitivo en próxima parada de línea.

DOCUMENTOS: 📷 Foto relé K3 | 📷 Lectura de señales

[Ver OT Completa] [Ver Documentos] [Agregar Nota]

#2 | OT: 891520 | 15/04/2026 | Turno: Nocturno | ⏱ 1.5 hrs | 🔵 Predictivo

MOTIVO DE INTERVENCIÓN:
Termografía programada en conexiones eléctricas

HALLAZGOS:
Punto caliente detectado en bornera X2 (85°C vs 45°C normal)

ACCIÓN TOMADA:
Ajuste de conexiones en bornera X2. Limpieza de contactos.

MODO DE FALLA POTENCIAL EVITADO: INS-CON-TERM-01 (Sobrecalentamiento)
SEVERIDAD EVITADA: Media

TÉCNICO: Felix Cordova Ramos

OBSERVACIONES:
Programar próxima termografía en 3 meses para verificar tendencia.

📷 Imagen termográfica antes/después adjunta
[Ver OT Completa] [Ver Imagen Térmica] [Agregar Nota]

#3 | OT: 889245 | 12/03/2026 | Turno: Diurno | ⏱ 2.5 hrs | 🔴 Correctivo

MOTIVO DE INTERVENCIÓN:
Falla de comunicación (SEGUNDO EVENTO - Ver patrón)

SÍNTOMA: Pérdida intermitente de señal en DCS
CAUSA: Relé de comunicación K3 con contactos desgastados
RESOLUCIÓN: Reemplazo de relé K3 por uno nuevo

MODO DE FALLA (ISO 14224): INS-COM-REL-01 (Falla de relé de comunicación)
SEVERIDAD: Alta

COMPONENTE INTERVENIDO: Relé de comunicación K3
PARTE REEMPLAZADA: Relé 24VDC 8 pines (Cód. almacén: REL-24V8P-001)

⚠ PATRÓN DETECTADO: 2 fallas del mismo componente en menos de 4 meses
RCA Recomendado: Evaluar calidad de energía, posible armónico

TÉCNICO(S): Jorge Llauque Choque

OBSERVACIONES SUPERVISOR:
Pendiente análisis de armónicos en tablero de alimentación del filtro.
Posible causa raíz: Distorsión armónica por variador de frecuencia cercano.

📌 RCA Pendiente asignado a: Ingeniero de Confiabilidad

| [Ver OT Completa] [Ver RCA] [Agregar Nota] |

SECCIÓN 4: ANÁLISIS DE TENDENCIAS Y PATRONES

📈 ANÁLISIS DE TENDENCIAS (Automático)

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ GRÁFICO: Pareto de Modos de Falla (últimos 12 meses)                 │
│                                                                      │
│ Modo de Falla              | Frecuencia | % Acumulado               │
│ ────────────────────────────┼────────────┼──────────────────────────│
│ Falla de relé comunicación  | ██████████ 2 | 28.6%                  │
│ Descalibración de posicionador | ██████████ 2 | 57.1%               │
│ Sobrecalentamiento en borneras | ██████ 1 | 71.4%                   │
│ Falla en sensor de posición | ██████ 1 | 85.7%                      │
│ Ruido en señal analógica    | ██ 1 | 100%                           │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ GRÁFICO: MTBF por Período (Tendencia)                                │
│                                                                      │
│ Ene-Feb: ═══════════════════════════ 1,850 hrs                       │
│ Mar-Abr: ═══════════════════ 1,245 hrs ← 📉 Tendencia a la baja      │
│ May:     ═══ 320 hrs ← ⚠️ ALERTA                                    │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ COMPONENTES MÁS REEMPLAZADOS (últimos 12 meses)                      │
│                                                                      │
│ 1. Relé 24VDC 8 pines (REL-24V8P-001)  → 3 unidades | $45 c/u        │
│ 2. Posicionador SIPART PS2             → 1 unidad | $1,200           │
│ 3. Sensor de final de carrera          → 1 unidad | $85              │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

QUÉ DATOS DEBE CONTENER EL HISTORIAL (Checklist ISO 14224)

Datos Obligatorios para Cada Intervención

Dato	Campo en tu sistema	Norma
Identificación del evento	Número OT, fecha, turno	ISO 14224 §5.2
Tipo de mantenimiento	Correctivo / Preventivo / Predictivo	ISO 14224 §6.2
Síntoma observado	¿Qué notó el operador/técnico?	ISO 14224 §A.3
Modo de falla normalizado	Código estandarizado	ISO 14224 §A.4
Componente afectado	¿Qué parte del equipo falló?	ISO 14224 §5.3
Causa de falla	¿Por qué falló? (raíz)	ISO 14224 §A.5
Acción correctiva	¿Qué se hizo para restaurar?	ISO 14224 §6.3
Partes reemplazadas	Código de repuesto, cantidad	ISO 14224 §5.4
Tiempo fuera de servicio	Horas desde que falló hasta que operó	ISO 14224 §6.4
Severidad / Consecuencia	Impacto en producción, seguridad	ISO 14224 §A.7
Técnico responsable	Quién ejecutó	Trazabilidad
Observaciones	Notas adicionales	ISO 14224 §6.6

VISUALIZACIÓN RECOMENDADA PARA EL TÉCNICO Y SUPERVISOR

Vista Compacta para Técnico (Consulta Rápida en Móvil)

TAG: 320FL101 - Filtro Prensa
Área: Filtración Línea 1

📊 Últimas 5 intervenciones:

```
┌──────────────────────────────────┐
│ 🔴 01/05/26 | Falla comunicación  │
│   Relé K3 bypass | ⏱ 2.0h        │
│   ⚠️ Pendiente reemplazo          │
├──────────────────────────────────┤
│ 🔵 15/04/26 | Termografía         │
│   Punto caliente bornera X2       │
│   Ajuste realizado | ⏱ 1.5h      │
├──────────────────────────────────┤
│ 🔴 12/03/26 | Falla comunicación  │
│   Relé K3 reemplazado | ⏱ 2.5h    │
│   ⚠️ 2da falla - Evaluar RCA      │
├──────────────────────────────────┤
│ ✅ 15/02/26 | Prev. programada    │
│   Inspección funcional | ⏱ 1.0h   │
├──────────────────────────────────┤
│ ✅ 10/01/26 | Prev. programada    │
│   Calibración posicionador | ⏱ 1.5h│
└──────────────────────────────────┘
```

[Ver Historial Completo]
[Ver Documentos]
[Ver Repuestos Usados]

RECOMENDACIONES FINALES

- **No solo muestres datos, muestra INTELIGENCIA**

El sistema debe detectar automáticamente:

- **Patrones de falla repetitiva** (mismo componente, misma causa)
- **Tendencia de MTBF** (si está bajando, alertar)
- **Componentes "malos actores"** (Bad Actors) para Pareto
- **Integra con el módulo de OT's**

Cuando un técnico abre una OT, el sistema debe mostrarle automáticamente:
ANTES DE INTERVENIR ESTE EQUIPO, CONSULTA:
✅ Última intervención: 01/05/2026 (Falla de comunicación - Relé K3)
✅ Componente cambiado recientemente: Relé 24VDC
✅ ¿Hay RCA pendiente? SÍ - Ver antes de intervenir
✅ PRECAUCIÓN: Punto caliente reportado en bornera X2

Exportación del Historial

El reporte debe permitir exportar:

- **PDF ejecutivo**: Resumen + tendencias + recomendaciones (para gerencia)
- **Excel completo**: Datos crudos (para análisis de confiabilidad)
- **Formato RCA**: Datos estructurados listos para análisis causa raíz

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

Estos serán importantes para el área de confiablidad y otras areas

2.8 Reporte Semanales

En esta parte se colocara el reporte semanal, con números de OT, programación día a día, en el formato de Semana 1, semana 2….., semana 52, con asignación de personal con nombre y apellido,quienes hacen Ot's de planta, también se las personas que hacen turno dia y noche, esto actualmente lo hace planificación, pero servirá para tener la base de datos de consulta e introducción de datos en el Registro de la OT, donde el técnico o supervisor, ya sea por filtro de técnico, ot, semana y área, con cualquiera podrá ver sus trabajos que le son asignados y deahi será mas fácil llenar la Ot en el registro de OT's. Tambien servirá como dashboard para ver en tiempo real la ejecución de Ot's en función de su ejecución dia a dia. Planificacion podrá subir la base de datos

Este es el **Módulo de Programación Semanal y Control de Ejecución**, que es el corazón de la planificación de mantenimiento. Conecta la planificación con la ejecución y cierra el ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA)

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│                CICLO COMPLETO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO                            │
│                        MINERA SAN CRISTÓBAL                                          │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

                    ┌──────────────────────────┐
                    │ PLANIFICACIÓN SEMANAL    │
                    │ (Planificador sube DB)   │
                    │ Semana 1, 2, ... 52      │
                    └──────────┬───────────────┘
                               │
                    ┌──────────┴──────────────┐
                    │                         │
                    ▼                         ▼
        ┌──────────────────────┐   ┌──────────────────────┐
        │ TURNO DÍA            │   │ TURNO NOCHE          │
        │ Técnicos asignados   │   │ Técnicos asignados   │
        │ OT's del día         │   │ OT's del día         │
        └──────────┬───────────┘   └──────────┬───────────┘
                   │                          │
                   ▼                          ▼
        ┌──────────────────────┐   ┌──────────────────────┐
        │ REGISTRO DE OT's     │   │ REGISTRO DE OT's     │
        │ (Llenado en campo)   │   │ (Llenado en campo)   │
        │ Técnico selecciona   │   │ Técnico selecciona   │
        │ OT pre-asignada      │   │ OT pre-asignada      │
        └──────────┬───────────┘   └──────────┬───────────┘
                   │                          │
                   └──────────┬───────────────┘
                              │
                              ▼
                    ┌──────────────────────────┐
                    │ DASHBOARD DE EJECUCIÓN   │
                    │ (Tiempo Real)            │
                    │ % Avance día a día       │
                    └──────────────────────────┘
```

MÓDULO 5: PROGRAMACIÓN SEMANAL Y CONTROL DE EJECUCIÓN
PANTALLA PRINCIPAL: Vista de Semana con Dashboard

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════
        PROGRAMACIÓN SEMANAL DE MANTENIMIENTO PLANTA
        MINERA SAN CRISTÓBAL S.A.
═══════════════════════════════════════════════════════════════
```

AÑO: [2026 ▼] SEMANA: [Semana 18 (28/04 - 04/05) ▼] [Ir]
[⟵ Semana Anterior] [Semana Actual] [Semana Siguiente ⟶]

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 📊 DASHBOARD DE EJECUCIÓN - SEMANA 18                         │
├──────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                              │
│  PROGRESO GENERAL: ████████████░░░░░░ 65.2% (30/46 OT's ejecutadas) │
│                                                              │
│ ┌────────┬────────┬────────┬────────┬────────┬────────┬────────┐ │
│ │ LUN 28 │ MAR 29 │ MIE 30 │ JUE 01 │ VIE 02 │ SAB 03 │ DOM 04 │ │
│ │ 6/8 ✅ │ 5/7 🟡 │ 7/7 ✅ │ 4/6 🔴 │ 3/5 🔴 │ 3/3 ✅ │ 2/2 ✅ │ │
│ │ 75%    │ 71%    │ 100%   │ 67%    │ 60%    │ 100%   │ 100%   │ │
│ └────────┴────────┴────────┴────────┴────────┴────────┴────────┘ │
│                                                              │
│  ESTADO GENERAL: ✅ 30 Concluidas | 🔴 8 Pendientes | ⚪ 5 No iniciadas | ❌ 3 Atrasadas │
│                                                              │
│  HH PROGRAMADAS: 184 hrs | HH EJECUTADAS: 128 hrs | EFICIENCIA: 69.6% │
│                                                              │
│  DISCIPLINA: 🟦 Instrumentación: 70% | 🟩 Mecánica: 65% | 🟨 Electricidad: 58% │
│                                                              │
│  ⚠️ ALERTAS: 3 OT's atrasadas | 2 OT's sin técnico asignado   │
└──────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

SECCIÓN 1: TABLA DE PROGRAMACIÓN SEMANAL (Vista Principal)

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════
📅 PROGRAMACIÓN DETALLADA - SEMANA 18 (28/04/2026 - 04/05/2026)
═══════════════════════════════════════════════════════════════
```

Filtros Rápidos:
[Disciplina: Todas ▼] [Área: Todas ▼] [Técnico: Todos ▼] [Estado: Todos ▼]
[Turno: Ambos ▼] [Buscar OT o Tag...]

[📥 Subir Programación (Excel)] [📤 Exportar Semana] [🖨 Imprimir] [👁 Vista Kanban]

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────┐
│                  LUNES 28/04/2026                            │
├──────────────────────────────────────────────────────────────┤
│ PLANIFICADO: 8 OT's | EJECUTADO: 6 (75%) | HH: 16 programadas | 10.5 ejecutadas │
├──────┬──────────┬──────────┬─────────┬───────┬─────────────┬────────────────┤
│ OT   │ TAG      │ TIPO     │ ESTADO  │ TURNO │ TÉCNICO(S)  │ OBSERVACIONES  │
├──────┼──────────┼──────────┼─────────┼───────┼─────────────┼────────────────┤
│892741│ 250XM151 │ PMP      │ ✅ Hecho │ Día   │ Jorge Llauque│ OK, sin novedad │
│      │          │ Preventivo│        │       │ Edgar Calle │                │
├──────┼──────────┼──────────┼─────────┼───────┼─────────────┼────────────────┤
│892742│ PIT-410121│ PMP     │ ✅ Hecho │ Día   │ Jorge Llauque│ Calibración exit. │
│      │          │ Preventivo│        │       │             │                │
├──────┼──────────┼──────────┼─────────┼───────┼─────────────┼────────────────┤
│892743│ LIT-240066│ CORR    │ ✅ Hecho │ Día   │ James Quispe │ Válvula calibr. │
│      │          │ Correctivo│        │       │             │                │
```

892744	320FL101	CORR Correctivo	✅ Hecho	Noche	Edson Espejo Felix Cordova	Relé bypass ⚠️ Pend. repuesto
892745	250CP001	PMP Preventivo	🔴 Pend.	Día	SIN ASIGNAR	⚠️ Falta asignar
892746	710BL715	CORR Correctivo	❌ Atras.	Noche	SIN ASIGNAR	⚠️ Vino de sem 17
892747	LIT-630052	PMP Preventivo	✅ Hecho	Día	Edgar Calle	Reinicio flex AIO
892748	210CP001	CORR Correctivo	⚪ No ini	Noche	Felix Cordova	Programado 22:00

MARTES 29/04/2026

PLANIFICADO: 7 OT's | EJECUTADO: 5 (71%) | HH: 14 programadas | 10.0 ejecutadas

OT	TAG	TIPO	ESTADO	TURNO	TÉCNICO(S)	OBSERVACIONES
892749	FIT-230090	CORR Correctivo	✅ Hecho	Día	James Quispe	Posicionador nuevo
...	...	...	...	...	...	...

... (Se repite para cada día de la semana)

SECCIÓN 2: VISTA POR TÉCNICO (Lo que ve el técnico en su móvil)

```
══════════════════════════════════════
👷 MIS TRABAJOS ASIGNADOS
Jorge Llauque Choque | Turno Día
Semana 18 (28/04 - 04/05/2026)
══════════════════════════════════════

📊 MI PROGRESO: ████████░░ 75% (6/8)

┌─────────────────────────────────┐
│ 📅 LUNES 28/04 - 4 OT's asignadas │
├─────────────────────────────────┤
│ ✅ OT 892741 | 250XM151 | PMP    │
│   Inspección del equipo         │
│   ⏱️ Est: 2.0h | Real: 1.5h      │
│   [ Ver detalle ]               │
│                                 │
│ ✅ OT 892742 | PIT-410121 | PMP  │
│   Inspección del instrumento    │
│   ⏱️ Est: 1.0h | Real: 1.0h      │
│   [ Ver detalle ]               │
│                                 │
│ 🔴 OT 892750 | 310PP102 | CORR   │
│   Fuga en sello mecánico        │
```

```
|   ⏱ Est: 3.0h | Real: --          |
|   [ Iniciar OT ]                  |
|                                   |
| ◯ OT 892755 | 250XM201 | PMP      |
|   Inspección programada           |
|   ⏱ Est: 1.5h | Real: --          |
|   [ Iniciar OT ]                  |
└───────────────────────────────────┘

┌───────────────────────────────────┐
| 📅 MARTES 29/04 - 3 OT's asignadas |
├───────────────────────────────────┤
| ◯ OT 892760 | FIT-230091 | PMP    |
| ◯ OT 892761 | LIT-240067 | PMP    |
| ◯ OT 892762 | 320FL102 | CORR    |
└───────────────────────────────────┘

[ Ver semana completa ]
[ Ver solo pendientes ]
```

SECCIÓN 3: VISTA KANBAN (Alternativa Visual)

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════════
          TABLERO KANBAN - SEMANA 18 | TURNO DÍA
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════════

┌──────────────┐ ┌──────────────┐ ┌──────────────┐ ┌──────────────┐
| ◯ PENDIENTE  | | 🔵 EN PROCESO | | 🟡 EN REVISIÓN| | ✅ COMPLETADO |
|   (5)        | |   (3)        | |   (2)        | |   (30)       |
├──────────────┤ ├──────────────┤ ├──────────────┤ ├──────────────┤
| OT 892745    | | OT 892748    | | OT 892750    | | OT 892741    |
| 250CP001     | | 210CP001     | | 310PP102     | | 250XM151     |
| PMP | Sin asign | | CORR | Felix C | | CORR | Jorge L | | PMP | Jorge L |
| ⏱ 2.0h       | | ⏱ 2.0h       | | ⏱ 3.0h       | | ⏱ 2.0h ✅    |
| ──────────── | | ──────────── | | ──────────── | | ──────────── |
| OT 892755    | | OT 892751    | | OT 892753    | | OT 892742    |
| 250XM201     | | FIT-230092   | | LIT-240068   | | PIT-410121   |
| PMP | Jorge L | | CORR | James Q | | CORR | Edgar C | | PMP | Jorge L |
| ⏱ 1.5h       | | ⏱ 1.5h       | | ⏱ 2.5h       | | ⏱ 1.0h ✅    |
| ──────────── | | ──────────── | | ──────────── | | ──────────── |
| OT 892746    | | OT 892754    | |              | | OT 892743    |
| 710BL715     | | 420          | |              | | LIT-240066   |
| CORR | Sin asig | | CORR | Edgar C | |              | | CORR | James Q |
| ⏱ 1.0h ⚠     | | ⏱ 1.0h       | |              | | ⏱ 2.0h ✅    |
| ──────────── | |              | | ──────────── |
| OT 892760    | |              | |              | | OT 892744    |
| FIT-230091   | |              | |              | | 320FL101     |
| PMP | James Q | |              | |              | | CORR | Edson E |
| ⏱ 1.5h       | |              | |              | | ⏱ 2.0h ✅    |
└──────────────┘ └──────────────┘ └──────────────┘ └──────────────┘
```

SECCIÓN 4: SUBIDA DE PROGRAMACIÓN (Planificador)

SUBIR PROGRAMACIÓN SEMANAL - PLANIFICADOR

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ PASO 1: Seleccionar archivo                                                          │
│                                                                                      │
│ [📂 Seleccionar archivo Excel/CSV]  programacion_semana18_2026.xlsx                  │
│                                                                                      │
│ FORMATO REQUERIDO DEL EXCEL:                                                         │
│ ┌──────┬──────────┬──────┬──────┬──────┬──────┬──────┐                              │
│ │ Semana │ Fecha    │ OT   │ Tag  │ Tipo OT │ Turno  │ Técnico│                     │
│ ├──────┼──────────┼──────┼──────┼──────┼──────┼──────┤                              │
│ │  18    │ 28/04/26 │ 892741 │ 250XM151 │ PMP  │ Día  │ Jorge │                     │
│ │  18    │ 28/04/26 │ 892742 │ PIT-410..│ PMP  │ Día  │ Jorge │                     │
│ │ ...    │ ...      │ ...  │ ...  │ ...  │ ...  │ ...  │                              │
│ └──────┴──────────┴──────┴──────┴──────┴──────┴──────┘                              │
│                                                                                      │
│ [⬇ Descargar plantilla Excel]                                                        │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ PASO 2: Validación de datos                                                          │
│                                                                                      │
│ ✅ 46 OT's cargadas                                                                  │
│ ✅ Tags validados (todos existen en catálogo)                                        │
│ ✅ Técnicos validados                                                                │
│ ⚠️ 2 OT's sin técnico asignado (OT 892745, OT 892746)                                │
│ ⚠️ 1 técnico con sobrecarga: James Quispe (12 OT's en la semana, máx 10)             │
│                                                                                      │
│ [ Ver detalles de validación ]                                                       │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ PASO 3: Confirmar y cargar                                                           │
│                                                                                      │
│ Semana: 18 (28/04/2026 - 04/05/2026)                                                 │
│ Año: 2026                                                                            │
│                                                                                      │
│ [⬆ Subir Programación]  [❌ Cancelar]                                                │
│                                                                                      │
│ ☑ Notificar a técnicos por email/app                                                 │
│ ☑ Reemplazar programación existente de esta semana                                   │
│ ☐ Solo agregar nuevas OT's (sin borrar existentes)                                   │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

SECCIÓN 5: VISTA CONSOLIDADA SEMANAS DEL AÑO

PROGRAMACIÓN ANUAL - AÑO 2026

[2026 ▼] [Disciplina: Todas ▼] [Área: Todas ▼]

```
┌──────┬──────────┬──────┬──────┬──────┬──────┐
│ SEM. │ FECHAS   │ OT's PRG │ OT's EJE │ % CUMPL │ ESTADO   │
├──────┼──────────┼──────┼──────┼──────┼──────┤
│ 14   │31/03-06/04│ 42   │ 40   │ 95.2% │ 🟢 Completo │
```

15	07/04-13/04	38	35	92.1%	🟢 Completo	
16	14/04-20/04	44	41	93.2%	🟢 Completo	
17	21/04-27/04	40	36	90.0%	🟢 Completo	
18	28/04-04/05	46	30	65.2%	🟡 En curso	← Actual
19	05/05-11/05	45	--	--	⚪ Planificada	
20	12/05-18/05	--	--	--	⚪ Sin cargar	
...	...	...	...	...	...	
52	22/12-28/12	--	--	--	⚪ Sin cargar	

[Ver detalle Semana 18] [Ver todas las semanas]

MEJORES PRÁCTICAS RECOMENDADAS

1. Planificación por Niveles (Tiered Planning)

NIVEL 1 - PLANIFICACIÓN ANUAL (52 semanas)
- └─ Basado en plan maestro de mantenimiento
- └─ Paradas mayores programadas
- └─ Presupuesto anual de HH

NIVEL 2 - PLANIFICACIÓN SEMANAL (Tu módulo)
- └─ Detalle día a día
- └─ Asignación de técnicos
- └─ Carga de trabajo balanceada

NIVEL 3 - PLANIFICACIÓN DIARIA (Turno a Turno)
- └─ Ajustes por emergencias
- └─ Reasignación por ausentismo
- └─ Priorización de correctivos urgentes

Estados de OT en Programación Semanal

⚪ NO INICIADA → Programada, aún no comienza
🔵 EN PROCESO → Técnico inició el trabajo
🟡 EN REVISIÓN → Técnico terminó, supervisor revisa
✅ COMPLETADA → Supervisor aprobó, cerrada
🔴 PENDIENTE → Día programado pasó y no se inició
❌ ATRASADA → Viene de semana anterior sin completar
⚠️ BLOQUEADA → Espera repuesto, permiso, otro recurso
🚫 CANCELADA → Ya no es necesaria

Indicadores que Debe Mostrar el Dashboard

KPI	Fórmula	Objetivo	Alerta
% Cumplimiento Semanal	OT ejecutadas / OT programadas	> 90%	< 80%
Eficiencia de HH	HH ejecutadas / HH programadas	> 85%	< 70%
OT's Atrasadas	OT's de semanas anteriores no cerradas	0	> 2
% Correctivo No Planificado	Correctivos urgentes / Total OT's	< 15%	> 25%
Tasa de Reasignación	OT's cambiadas de día o técnico	< 10%	> 20%
Backlog Total	OT's pendientes acumuladas	< 2 semanas	> 4 semanas

Validaciones Automáticas al Subir la Programación

El sistema debe validar al cargar el Excel:

✅ Validaciones Automáticas:

```
├── ¿El TAG existe en la base de datos?
├── ¿La OT ya está creada o es nueva?
├── ¿El técnico asignado existe y está activo?
├── ¿El técnico está asignado a otro trabajo en el mismo horario?
├── ¿La carga de HH del técnico excede el 85% del turno?
├── ¿Hay OT's duplicadas?
├── ¿Las fechas corresponden a la semana correcta?
├── ¿El tipo de OT es válido (PMP, CORR, PRED, PROY)?
└── ¿El turno (Día/Noche) coincide con el horario del técnico?
```

Notificaciones Automáticas

📱 NOTIFICACIONES PUSH AL TÉCNICO:
"📅 Nueva asignación: Mañana tienes 4 OT's programadas.
Incluye OT 892741 - 250XM151 (PMP) a las 07:00"

📱 NOTIFICACIÓN AL SUPERVISOR:
"⚠️ Semana 18: 3 OT's del día lunes siguen sin iniciar.
Técnicos asignados: Jorge Llauque (2), James Quispe (1)"

📱 NOTIFICACIÓN AL PLANIFICADOR:
"📊 Semana 18: Cumplimiento al 65%. 3 OT's atrasadas.
Se recomienda reprogramar OT 892746"

INTEGRACIÓN CON EL REGISTRO DE OT's

```
═══════════════════════════════════════════════
 REGISTRAR NUEVA OT
═══════════════════════════════════════════════
```

📋 MIS OT's PENDIENTES PARA HOY:
(Selecciona una para llenar automáticamente)

```
┌──────────────────────────────────────┐
│ 🔴 OT 892741 | 250XM151 | PMP        │
│   Inspección del equipo               │
│   ⏱ Estimado: 2.0 hrs                 │
│   [ Seleccionar y llenar ]            │
├──────────────────────────────────────┤
│ 🔴 OT 892742 | PIT-410121 | PMP       │
│   Inspección del instrumento          │
│   ⏱ Estimado: 1.0 hrs                 │
│   [ Seleccionar y llenar ]            │
└──────────────────────────────────────┘
```

📝 ¿OT no programada?
[Ingresar OT manualmente]

Al seleccionar una OT pre-asignada, el formulario se auto-completa:

- Tag del equipo
- Tipo de OT
- Técnico asignado
- Fecha y turno
- Tiempo estimado

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

El técnico solo debe llenar el árbol de fallas y la resolución. **Esto reduce el tiempo de llenado en un 60-70%.**

RESUMEN: Lo que Debe Tener tu Módulo de Programación Semanal

Funcionalidad	Para quién	Beneficio
Dashboard de ejecución en tiempo real	Supervisor / Planificador	Control visual inmediato
Tabla día a día con estados	Todos	Claridad de carga de trabajo
Vista por técnico (móvil)	Técnico	Sabe exactamente qué hacer hoy
Vista Kanban	Supervisor	Flujo de trabajo visual
Subida masiva por Excel	Planificador	Carga rápida de datos
Validaciones automáticas	Planificador	Evita errores de asignación
Notificaciones push	Técnico / Supervisor	Comunicación proactiva
Integración con registro de OT	Técnico	Llenado rápido (auto-completado)
Vista anual de semanas	Gerencia	Tendencia de cumplimiento
Exportación de datos	Todos	Análisis y reportes

2.9 Configuracion/ Adicion de Datos

Esta sección será para subir datos, como ser:

- Planes semanales de mantenimiento
- Tag de equipos nuevos (o carga general)
- Personal, con roles (carga de nuevo personal)
- Configuración de roles (altas, bajas)
- Programa de calibración semanal
- Patrones para calibración

Todo esto debe tener una forma para subir en Excel/CSV.

Esta es la **Sección de Administración y Configuración del Sistema**, el "back-office" que alimenta todos los módulos que hemos diseñado. Sin datos maestros de calidad, ningún reporte será confiable. Vamos a diseñarla siguiendo el principio **GIGO (Garbage In, Garbage Out)** pero al revés: datos de calidad entran, inteligencia sale.

ESTRUCTURA COMPLETA DE LA SECCIÓN CONFIGURACIÓN

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════
        CONFIGURACIÓN / ADMINISTRACIÓN DE DATOS
        MINERA SAN CRISTÓBAL S.A.
═══════════════════════════════════════════════════════════════

┌──────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 📂 MENÚ DE CONFIGURACIÓN                                 │
├──────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                          │
│ 📋 DATOS MAESTROS        👥 PERSONAL        ⚙ SISTEMA    │
│ ├── Tags de Equipos      ├── Técnicos       ├── Roles y Permisos│
│ ├── Árbol de Fallas      ├── Supervisores   ├── Parámetros  │
│ ├── Catálogo de Repuestos ├── Planificadores ├── Notificaciones │
│ ├── Planes de Mantenimiento ├── Turnos y Horarios ├── Auditoría │
│ ├── Rutas Preventivas    └── Especialidades └── Respaldos   │
│ ├── Patrones de Calibración                                 │
│ └── Instrumentos Patrón  📅 PROGRAMACIÓN    📊 INDICADORES  │
```

```
│                    ├── Plan Semanal        ├── Metas KPIs     │
│                    ├── Calibración Semanal ├── Límites Alerta │
│                    └── Paradas Programadas └── Umbrales       │
└──────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

2.9.1. GESTIÓN DE TAGS DE EQUIPOS
Pantalla de Administración de Tags

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════
        GESTIÓN DE TAGS DE EQUIPOS
═══════════════════════════════════════════════════════════════════
```

[📥 Subir Excel/CSV] [➕ Agregar Manual] [🔍 Buscar Tag...] [📤 Exportar Catálogo]

Filtros: [Disciplina: Todas ▼] [Área: Todas ▼] [Criticidad: Todas ▼] [Estado: Activo ▼]

```
┌──────┬──────────┬──────────────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────┐
│ TAG  │ DESCRIPCIÓN│ ÁREA            │ DISCIP.  │ CRITIC.  │ ESTADO   │ FECHA │
│      │          │                  │ INST.    │          │          │ │
├──────┼──────────┼──────────────────┼──────────┼──────────┼──────────┼──────┤
│250XM │Transmisor │Molienda Línea 1  │ INST     │ A        │ Activo   │15/03/18│
│151   │de presión │                  │          │          │          │      │
├──────┼──────────┼──────────────────┼──────────┼──────────┼──────────┼──────┤
│320FL │Filtro    │Filtración Línea 1 │ INST     │ A        │ Activo   │20/06/19│
│101   │Prensa    │                  │          │          │          │      │
├──────┼──────────┼──────────────────┼──────────┼──────────┼──────────┼──────┤
│710BL │Horno de  │Fundición         │ INST     │ B        │ Activo   │10/01/20│
│715   │Toldos    │                  │          │          │          │      │
├──────┼──────────┼──────────────────┼──────────┼──────────┼──────────┼──────┤
│310PP │Bomba     │Molienda Línea 2  │ MEC      │ A        │ En Rep.  │05/11/17│
│102   │Centrífuga │                  │          │          │          │      │
└──────┴──────────┴──────────────────┴──────────┴──────────┴──────────┴──────┘
```

Mostrando 1-4 de 847 tags | [1] [2] [3] ... [85] [Siguiente →]

Plantilla Excel para Carga Masiva de Tags

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════
═══
    PLANTILLA: Carga Masiva de Tags de Equipos
═══════════════════════════════════════════════════════════════════
═══
```

[⬇ Descargar Plantilla Excel] [📋 Ver formato requerido]

FORMATO DE COLUMNAS (Las marcadas con * son obligatorias):

```
┌────┬──────────────┬──────────────────────────────────────────┐
│ # │ COLUMNA       │ DESCRIPCIÓN / VALORES VÁLIDOS            │
├────┼──────────────┼──────────────────────────────────────────┤
│ 1* │ TAG          │ Código único del equipo (ej: 250XM151)   │
│ 2* │ DESCRIPCION  │ Nombre descriptivo (ej: Transmisor de Presión) │
│ 3* │ AREA         │ Área de ubicación (ej: Molienda Línea 1)  │
│ 4* │ DISCIPLINA   │ MEC / ELEC / INST                         │
│ 5* │ TIPO_EQUIPO  │ Motor Eléctrico / Bomba Centrífuga / Transmisor... │
│ 6* │ CRITICIDAD   │ A (Crítico) / B (Importante) / C (Soporte) │
│ 7  │ FABRICANTE   │ Siemens / ABB / Rosemount / etc.          │
│ 8  │ MODELO       │ Modelo del fabricante                     │
│ 9  │ NUMERO_SERIE │ Número de serie                           │
```

10	FECHA_INSTALACION	DD/MM/AAAA
11	VIDA_UTIL_AÑOS	Vida útil estimada en años
12	GARANTIA_HASTA	DD/MM/AAAA
13	SISTEMA	Sistema al que pertenece (ej: Lubricación)
14	SUB_SISTEMA	Subsistema (ej: Control de temperatura)
15	UBICACION_FISICA	Plano o coordenada (ej: Nivel 2, Plataforma B)
16	TAG_PADRE	TAG del equipo padre (jerarquía)
17	ESTADO	Activo / En Reparación / Fuera de Servicio / Baja
18	OBSERVACIONES	Notas adicionales

EJEMPLO DE 3 FILAS:

250XM151	Transmisor Presión	Molienda Línea 1	INST	Transmisor Presión	A
320FL101	Filtro Prensa	Filtración L1	INST	Filtro Prensa	A
310PP102	Bomba Centrífuga	Molienda Línea 2	MEC	Bomba Centrífuga	A

2.9.2. GESTIÓN DE PERSONAL Y ROLES

Pantalla de Gestión de Personal

GESTIÓN DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO

[📥 Subir Excel/CSV] [➕ Agregar Persona] [🔍 Buscar...] [📤 Exportar]

Filtros: [Rol: Todos ▼] [Disciplina: Todas ▼] [Turno: Todos ▼] [Estado: Activo ▼]

ID	NOMBRE COMPLETO	ROL	DISCIP.	TURNO	ESTADO
1	Jorge Llauque Choque	Técnico	INST	Día	Activo
2	Edgar Javier Calle Choque	Técnico	INST	Noche	Activo
3	James Chanel Quispe Miranda	Técnico	INST	Día	Activo
4	Edson Adhemar Espejo R.	Técnico	INST	Noche	Activo
5	Felix Cordova Ramos	Técnico	INST	Noche	Activo
6	Mario Ruiz Mamani	Supervisor	INST	Día	Activo
7	Carlos Mendoza	Supervisor	INST	Noche	Activo
8	Ana Lopez V.	Planificador	GENERAL	Día	Activo
9	Roberto Garcia	Técnico	MEC	Día	Activo
10	Luis Martinez	Técnico	ELEC	Noche	Activo

⚙ ACCIONES RÁPIDAS

[Cambiar Turno] [Cambiar Rol] [Dar de Baja] [Resetear Contraseña]
[Asignar Especialidad] [Ver Carga de Trabajo] [Ver Historial]

Plantilla Excel para Carga de Personal

PLANTILLA: Carga Masiva de Personal

[⬇️ Descargar Plantilla Excel]

COLUMNAS OBLIGATORIAS (*):

#	COLUMNA	DESCRIPCIÓN / VALORES VÁLIDOS
1*	NOMBRES	Nombres del trabajador
2*	APELLIDOS	Apellidos completos
3*	EMAIL_CORPORATIVO	correo@minera.com
4*	ROL	Tecnico / Supervisor / Planificador / Admin
5*	DISCIPLINA	MEC / ELEC / INST / GENERAL
6*	TURNO	DIA / NOCHE / ADMINISTRATIVO
7	ESPECIALIDAD	Instrumentación Industrial / Motores / etc.
8	TELEFONO	Número de contacto
9	FECHA_INGRESO	DD/MM/AAAA
10	ESTADO	Activo / Vacaciones / Licencia / Baja
11	SUPERVISOR_ID	ID del supervisor directo
12	HORAS_TURNO	8 / 12
13	OBSERVACIONES	Notas adicionales

2.9.3. CONFIGURACIÓN DE ROLES Y PERMISOS

CONFIGURACIÓN DE ROLES Y PERMISOS

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ ROLES DEL SISTEMA                                            │
├──────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                              │
│ 👩‍🔧 TÉCNICO                                                  │
│ ├── ✅ Registrar OT's (solo las propias)                     │
│ ├── ✅ Ver mis OT's asignadas (programación semanal)         │
│ ├── ✅ Consultar historial de cualquier TAG                  │
│ ├── ✅ Ver reportes de turno                                 │
│ ├── ❌ Editar OT's de otros técnicos                         │
│ ├── ❌ Modificar programación                                │
│ └── ❌ Acceder a configuración                               │
│                                                              │
│ 👁️ SUPERVISOR                                               │
│ ├── ✅ Todo lo del Técnico                                   │
│ ├── ✅ Revisar y editar OT's de su turno                     │
│ ├── ✅ Cambiar estado de OT (Pendiente → Revisado → Concluido)  │
│ ├── ✅ Generar reporte de turno                              │
│ ├── ✅ Agregar códigos RCM, modo de falla                    │
│ ├── ✅ Reasignar OT's a técnicos                             │
│ ├── ❌ Modificar programación semanal (solo consultar)       │
│ └── ❌ Dar de alta/baja personal                             │
│                                                              │
│ 📋 PLANIFICADOR                                              │
│ ├── ✅ Todo lo del Supervisor                                │
│ ├── ✅ Subir programación semanal                            │
│ ├── ✅ Modificar programación                                │
│ ├── ✅ Crear/modificar planes de mantenimiento               │
```

```
│  ├── ✅ Gestionar catálogo de Tags                    │
│  ├── ✅ Configurar árbol de fallas                    │
│  └── ❌ Gestionar usuarios (solo consultar)           │
│                                                       │
│  🔧 ADMINISTRADOR                                     │
│  ├── ✅ ACCESO TOTAL al sistema                       │
│  ├── ✅ Gestión de usuarios (altas, bajas, roles)     │
│  ├── ✅ Configuración de parámetros del sistema       │
│  ├── ✅ Respaldos y restauración                      │
│  └── ✅ Auditoría y logs                              │
│                                                       │
└───────────────────────────────────────────────────────┘

[➕ Crear Nuevo Rol]  [➖ Editar Rol Seleccionado]  [🗑️ Eliminar Rol]
```

2.9.4. PLANES DE MANTENIMIENTO Y RUTAS PREVENTIVAS

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════
        PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════

[📥 Subir Plan desde Excel] [➕ Crear Plan Manual] [🔍 Buscar...]

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ PLANES ACTIVOS                                                   │
├──────┬──────────────────────┬──────────┬──────────┬──────────────┤
│ PLAN │ DESCRIPCIÓN          │ DISCIP.  │ FRECUENC.│ # TAGS  │ ESTADO     │
├──────┼──────────────────────┼──────────┼──────────┼──────────────┤
│ PMP01│ Insp. Transmisores   │ INST     │ Semanal  │ 45      │ Activo     │
│ PMP02│ Calib. Válvulas      │ INST     │ Quincenal│ 23      │ Activo     │
│ PMP03│ Inspección Motores   │ ELEC     │ Mensual  │ 67      │ Activo     │
│ PMP04│ Lubricación Bombas   │ MEC      │ Semanal  │ 34      │ Activo     │
│ PMP05│ Termografía Tableros │ ELEC     │ Mensual  │ 28      │ Activo     │
└──────┴──────────────────────┴──────────┴──────────┴──────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ DETALLE DEL PLAN: PMP01 - Inspección de Transmisores (Semanal)   │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                                  │
│ Tarea: Inspección funcional del transmisor                       │
│ Duración estimada: 1.5 hrs por equipo                            │
│ Disciplina requerida: Instrumentación                            │
│ Herramientas necesarias: Multímetro, comunicador HART, laptop    │
│                                                                  │
│ TAGS INCLUIDOS EN ESTE PLAN (45 equipos):                        │
│ ┌──────────┬──────────────────┬──────────┐                      │
│ │ TAG      │ ÁREA             │ DÍA PREF.│                      │
│ ├──────────┼──────────────────┼──────────┤                      │
│ │ PIT-410121 │ Molienda Línea 1 │ Lunes    │                    │
│ │ PIT-410122 │ Molienda Línea 1 │ Lunes    │                    │
│ │ FIT-230090 │ Filtración       │ Martes   │                    │
│ │ ...      │ ...              │ ...      │                      │
│ └──────────┴──────────────────┴──────────┘                      │
│                                                                  │
│ [➖ Editar Plan] [📋 Ver Tareas] [➕ Agregar Tags] [🗑️ Eliminar Tags]  │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

Plantilla Excel para Planes de Mantenimiento

PLANTILLA: Carga de Planes de Mantenimiento Preventivo

[⬇ Descargar Plantilla Excel]

COLUMNAS:

#	COLUMNA	DESCRIPCIÓN
1*	CODIGO_PLAN	Código único (ej: PMP01)
2*	DESCRIPCION_PLAN	Nombre descriptivo del plan
3*	FRECUENCIA	Semanal / Quincenal / Mensual / Trimestral / Anual
4*	DISCIPLINA	MEC / ELEC / INST
5*	TAG	TAG del equipo incluido en el plan
6	TAREA_DESCRIPCION	Descripción de la tarea específica
7	HORAS_ESTIMADAS	Tiempo estimado por tarea
8	DIA_PREFERIDO	Lunes / Martes / ... / Domingo / Cualquiera
9	HERRAMIENTAS	Herramientas requeridas
10	REPUESTOS	Repuestos necesarios (códigos)
11	PROCEDIMIENTO	Link o código del procedimiento
12	EPP_REQUERIDO	Equipo de protección personal necesario
13	PERMISO_REQUERIDO	Permiso de trabajo necesario

2.9.5. PROGRAMA DE CALIBRACIÓN Y PATRONES

PROGRAMA DE CALIBRACIÓN SEMANAL

[📥 Subir Programa Excel] [➕ Agregar Manual] [📤 Exportar]

Semana: [Semana 18 (28/04-04/05) ▼]

OT	TAG	INSTRUMENTO REQUERIDO	PATRÓN PROG.	FECHA	ESTADO
89301	PIT-410121	Transmisor de Presión	PAT-001	28/04/26	◯ Pendiente
89302	FIT-230090	Flujómetro Másico	PAT-003	28/04/26	◯ Pendiente
89303	LIT-240066	Transmisor de Nivel	PAT-002	29/04/26	◯ Pendiente
89304	TIT-630052	Termocupla Tipo K	PAT-005	29/04/26	◯ Pendiente
89305	PIT-410122	Transmisor de Presión	PAT-001	30/04/26	◯ Pendiente

Gestión de Patrones de Calibración

PATRONES DE CALIBRACIÓN

[📥 Subir Excel] [➕ Agregar Patrón] [🔍 Buscar...]

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIPO	MARCA	VENCE	ESTADO
PAT-001	Calibrador de Presión	Presión	Fluke	15/08/26	Activo
PAT-002	Calibrador de Nivel	Nivel	Druck	20/09/26	Activo
PAT-003	Calibrador de Flujo	Flujo	Emerson	10/07/26	Activo

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

PAT-004	Calibrador Multifunción	Multifunción	Beamex	05/12/26	Activo
PAT-005	Calibrador de Temp.	Temperatura	Fluke	30/11/26	Activo

⚠ ALERTAS DE VENCIMIENTO

🟡 PAT-003 vence en 65 días (10/07/2026)
🟡 PAT-001 vence en 101 días (15/08/2026)

[Ver todos los vencimientos] [Programar recalibración de patrones]

Plantilla Excel para Patrones de Calibración

PLANTILLA: Carga de Patrones de Calibración

[📥 Descargar Plantilla Excel]

COLUMNAS:

#	COLUMNA	DESCRIPCIÓN
1*	CODIGO_PATRON	Código único (ej: PAT-001)
2*	DESCRIPCION	Descripción del patrón
3*	TIPO	Presión / Temperatura / Flujo / Nivel / Multifunción
4*	MARCA	Fabricante
5*	MODELO	Modelo
6*	NUMERO_SERIE	Número de serie
7*	FECHA_CALIBRACION	DD/MM/AAAA (última calibración)
8*	FECHA_VENCIMIENTO	DD/MM/AAAA
9*	FRECUENCIA_CALIB	6 meses / 1 año / 2 años
10	RANGO_MIN	Rango mínimo de medición
11	RANGO_MAX	Rango máximo de medición
12	PRECISION	Precisión del patrón
13	UBICACION	Dónde se almacena
14	RESPONSABLE	Encargado del patrón
15	CERTIFICADO	Link o código del certificado
16	OBSERVACIONES	Notas

2.9.6. ÁRBOL DE FALLAS CONFIGURABLE

CONFIGURACIÓN DEL ÁRBOL DE FALLAS

[📥 Subir Excel] [➕ Agregar Síntoma] [🔍 Buscar...]

Filtrar por: [Tipo Equipo: Motor Eléctrico ▼]

SÍNTOMA: Motor no arranca

CAUSAS ASOCIADAS:

✅ Sin energía / breaker disparado

```
│ │   Resolución: Resetear breaker, verificar condiciones          │ │
│ │   Tiempo est.: 0.5 h                                           │ │
│ │   [✏ Editar] [🗑 Eliminar]                                     │ │
│ │                                                                │ │
│ │ ✅ Pérdida de fase                                             │ │
│ │   Resolución: Medir voltajes, revisar fusibles/conexiones      │ │
│ │   Tiempo est.: 1.0 h                                           │ │
│ │   [✏ Editar] [🗑 Eliminar]                                     │ │
│ │                                                                │ │
│ │ ✅ Rodamiento gripado                                          │ │
│ │   Resolución: Intentar girar a mano, cambiar rodamiento        │ │
│ │   Tiempo est.: 4.0 h                                           │ │
│ │   [✏ Editar] [🗑 Eliminar]                                     │ │
│ │                                                                │ │
│ │ [+ Agregar nueva causa]                                        │ │
│ └────────────────────────────────────────────────────────────────┘ │
└────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

Plantilla Excel para Árbol de Fallas

PLANTILLA: Carga de Árbol de Fallas

[📥 Descargar Plantilla Excel]

COLUMNAS:

#	COLUMNA	DESCRIPCIÓN
1*	TIPO_EQUIPO	Motor Eléctrico / Bomba / Transmisor / Válvula...
2*	SINTOMA	Síntoma observable (ej: Motor no arranca)
3*	CAUSA_PROBABLE	Causa probable (ej: Pérdida de fase)
4*	RESOLUCION	Acción recomendada
5*	TIEMPO_EST_HORAS	Tiempo estimado de reparación
6	CODIGO_FALLA_ISO	Código según ISO 14224
7	SEVERIDAD	Alta / Media / Baja
8	DISCIPLINA	MEC / ELEC / INST
9	REQUIERE_PARADA	SI / NO
10	OBSERVACIONES	Notas

SECCIONES ADICIONALES RECOMENDADAS
2.9.7. CATÁLOGO DE REPUESTOS

CATÁLOGO DE REPUESTOS Y MATERIALES

[📤 Subir Excel] [➕ Agregar Repuesto]

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TIPO	STOCK MÍN	STOCK ACT	UBICACIÓN
REL-24V8P	Relé 24VDC 8 pines	Eléctrico	10	3 ⚠	Estante A
POS-SIPART	Posicionador SIPART	Instrum.	2	4	Estante B
ROD-6205	Rodamiento 6205-2RS	Mecánico	8	12	Estante C
FUS-10A	Fusible 10A	Eléctrico	20	5 🔴	Estante A

Leyenda: ⚠ Bajo stock mínimo | 🔴 Stock crítico

2.9.8. PARÁMETROS DEL SISTEMA

PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
| PARÁMETROS GENERALES                                                         |
|                                                                              |
| Horas por turno:          [12]                                               |
| Días hábiles por semana:    [L][M][X][J][V][S][D]                            |
| % Máximo carga técnica/día:  [85]%                                           |
| Días alerta vencimiento patrón: [30] días antes                              |
| Semanas visibles en dashboard: [8]                                           |
|                                                                              |
| PARÁMETROS DE NOTIFICACIONES                                                 |
|                                                                              |
| ☑ Notificar OT's atrasadas a supervisor    Hora: [06:00]                     |
| ☑ Notificar programación a técnicos        Día: [Viernes] Hora: [17:00]      |
| ☑ Notificar vencimiento de patrones        Frecuencia: [Semanal]             |
| ☑ Notificar stock bajo de repuestos        Inmediato                         |
|                                                                              |
| PARÁMETROS DE REPORTES                                                       |
|                                                                              |
| Formato fecha:          [DD/MM/AAAA ▼]                                       |
| Moneda:                 [USD ▼]                                              |
| Logo empresa:           [📁 Subir logo]                                      |
| Pie de página reportes:    [Minera San Cristóbal S.A. - Confidencial]        |
|                                                                              |
| [💾 Guardar Parámetros]                                                      |
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

2.9.9. AUDITORÍA Y LOGS

AUDITORÍA DEL SISTEMA

Filtros: [Fecha: Últimos 30 días ▼] [Usuario: Todos ▼] [Acción: Todas ▼]

FECHA	USUARIO	ACCIÓN	DETALLE
01/05 14:30	J. Llauque	Registro de OT	OT 892744 creada
01/05 16:45	J. Llauque	Actualización de OT	OT 892744 estado: Concluido
01/05 18:00	E. Calle	Envío reporte turno	Reporte Turno Noche generado
02/05 07:00	M. Ruiz	Revisión de OT	OT 892744 estado: Revisado
02/05 09:00	A. Lopez	Carga programación	Semana 19 cargada (45 OT's)
02/05 10:15			

2.10 Registro de Calibración

ARQUITECTURA DEL NUEVO MÓDULO DE CALIBRACIÓN

MÓDULO DE GESTIÓN DE CALIBRACIONES
BASADO EN ISO 17025:2017

```
MINERA SAN CRISTÓBAL S.A.
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│                    FLUJO DEL MÓDULO                              │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                                  │
│ 1. PLANIFICACIÓN          2. EJECUCIÓN          3. CÁLCULO       4. CERTIFICADO │
│ ┌──────────┐            ┌──────────┐          ┌──────────┐     ┌──────────┐ │
│ │ Programa │            │ Selecciona │        │ Cálculo  │     │ Genera PDF │ │
│ │ Semanal de │──▶       │ Plantilla │──▶      │ Automático │──▶ │ con Firma │ │
│ │ Calibración │          │ por Variable │     │ de Errores │     │ Digital │ │
│ └──────────┘            └──────────┘          └──────────┘     └──────────┘ │
│                                                                  │
│ 5. STICKER                6. HISTÓRICO          7. DASHBOARD     8. VENCIMIENTOS │
│ ┌──────────┐            ┌──────────┐          ┌──────────┐     ┌──────────┐ │
│ │ Imprime  │            │ Por TAG  │          │ KPIs de  │     │ Alertas de │ │
│ │ Sticker  │──▶         │ con Gráficos │──▶   │ Calibración │──▶ │ Próximas │ │
│ │ Automático │          │ de Tendencia │      │          │     │ Calibraciones │ │
│ └──────────┘            └──────────┘          └──────────┘     └──────────┘ │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

2.10.1. PLANTILLAS DINÁMICAS POR TIPO DE VARIABLE

Esta es la solución a tu problema principal. El sistema detecta el tipo de instrumento y despliega la plantilla adecuada.

Configuración de Variables de Medición

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════
═══
    CONFIGURACIÓN DE PLANTILLAS POR TIPO DE VARIABLE
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════
═══

[➕ Nueva Variable] [📥 Importar Configuración]

┌──────────┬──────────────────────┬──────────┬──────────┬──────────────────┐
│ VARIABLE │ INSTRUMENTOS         │ # PUNTOS │ PATRONES │ PLANTILLA        │
├──────────┼──────────────────────┼──────────┼──────────┼──────────────────┤
│ Presión  │ PIT, PI, PT, PDT     │   3-5    │ FLUKE    │ presión.html     │
│          │ Manómetros, Transm.  │ puntos   │ 700G     │                  │
├──────────┼──────────────────────┼──────────┼──────────┼──────────────────┤
│ Temper.  │ TE, TT, TIT, RTD     │ 3-4      │ FLUKE    │ temperatura.html │
│          │ Termocuplas, RTDs    │ puntos   │ 9142     │                  │
├──────────┼──────────────────────┼──────────┼──────────┼──────────────────┤
│ pH       │ AIT, pHmetros        │ 2-3      │ Buffer   │ ph.html          │
│          │                      │ puntos   │ pH7,10   │                  │
├──────────┼──────────────────────┼──────────┼──────────┼──────────────────┤
│ Masa     │ WI, Pesómetros       │ 2-3      │ Masas    │ pesometro.html   │
│          │ Cinta, Camiones      │ puntos   │ METTLER  │                  │
├──────────┼──────────────────────┼──────────┼──────────┼──────────────────┤
│ Flujo    │ FIT, FI, Flujómetros │ 3-5      │ FLUKE    │ flujo.html       │
│          │ Agua, Reactivos      │ puntos   │ Multif.  │                  │
├──────────┼──────────────────────┼──────────┼──────────┼──────────────────┤
│ ORP/Redox │ ORP, Medidores ORP  │ 2 puntos │ Solución │ orp.html         │
│          │                      │          │ ORP      │                  │
├──────────┼──────────────────────┼──────────┼──────────┼──────────────────┤
│ Conductiv. │ Conductivímetros    │ 2 puntos │ Solución │ conductividad.html │
│          │                      │          │ estándar │                  │
├──────────┼──────────────────────┼──────────┼──────────┼──────────────────┤
│ HCN/Gas  │ Detectores HCN       │ 2 puntos │ Gas      │ hcn.html         │
```

			patrón	
Sonido	Micrófonos, Sonómet.	2-3 puntos	Calib. acústico	sonido.html

2.10.2. PANTALLA DE REGISTRO DE CALIBRACIÓN (DINÁMICA)
Ejemplo 1: Calibración de Presión (Transmisor PIT)

REGISTRO DE CALIBRACIÓN - PRESIÓN
PLANTILLA: Transmisores de Presión (3-5 puntos)

📋 DATOS DE CABECERA

TAG: [PIT-410401 ▼] (Seleccionado de programación)
OT: 910676 (Auto-completado) Fecha: 07/03/2026

DATOS DEL EQUIPO (Auto-completados desde Catálogo de Tags):

Descripción: Transmisor de Presión Marca: ENDRESS+HAUSER
Modelo: PMP71 Serie: 8104F005G00
Rango Trabajo: 0-100 kPa Rango Equipo: 0-200 kPa
Área: Molienda Línea 1 Ubicación: 240CY140Z1
P&ID: 250D001

🔧 PATRONES UTILIZADOS

PATRÓN 1: FLUKE 700G

Descripción: Calibrador de Presión ID: SB107-500
Serie: 243528 Lote: 243528
Fecha Calibración: 13/09/2023 Vencimiento: 13/09/2026 ✅
Trazabilidad: NIST Cert. #2023-45871

PATRÓN 2: [No requerido para este tipo de calibración]

🌡️ CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura Ambiente: [15] °C Humedad Relativa: [10.00] %
Método Calibración: Comparativo

📊 MEDICIONES - ANTES DE CALIBRAR

Punto	Patrón (Valor Ref.)	Lectura Instrumento	Error	Tolerancia
1	70.00 kPa	69.60 kPa	-0.40	±0.50 kPa

```
| 2  |   80.00 kPa    |   79.60 kPa    | -0.40   | ±0.50 kPa  |
| 3  |   90.00 kPa    |   89.60 kPa    | -0.40   | ±0.50 kPa  |
| 4  |  100.00 kPa    |   99.50 kPa    | -0.50 ⚠ | ±0.50 kPa  |
|                                                                |
| ERROR MÁXIMO: -0.50 kPa | ESTADO: ⚠ Fuera de tolerancia en punto 4  |
└──────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────┐
| 📊 MEDICIONES - DESPUÉS DE CALIBRAR                           |
├──────────────────────────────────────────────────────────────┤
|                                                                |
| Punto | Patrón (Valor Ref.) | Lectura Instrumento | Error   | Tolerancia |
|───────┼─────────────────────┼─────────────────────┼─────────┼────────────┤
| 1  |   80.00 kPa    |   79.95 kPa    | -0.05 ✅ | ±0.50 kPa  |
| 2  |   90.00 kPa    |   89.98 kPa    | -0.02 ✅ | ±0.50 kPa  |
| 3  |  100.00 kPa    |  100.02 kPa    | +0.02 ✅ | ±0.50 kPa  |
|                                                                |
| ERROR MÁXIMO: -0.05 kPa | ESTADO: ✅ DENTRO DE TOLERANCIA       |
| INCERTIDUMBRE EXPANDIDA: ±0.064 kPa (k=2, 95%)                |
└──────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────┐
| 📈 GRÁFICO DE ERROR (Generado automáticamente)                |
|                                                                |
| Error                                                          |
| +0.50 ┤                                                        |
| 0.00 ┤ ──●──────●──────●──                                    |
| -0.50 ┤                                                        |
|       ├────┼────┼────┼────┤── Patrón                          |
|       70   80   90   100  110  kPa                             |
|                                                                |
| ● = Después de calibrar   ○ = Antes de calibrar                |
| ── = Límite de tolerancia (±0.50 kPa)                          |
└──────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────┐
| 📝 RESPONSABLES Y APROBACIÓN                                  |
├──────────────────────────────────────────────────────────────┤
|                                                                |
| Responsable 1: [Marco Vladimir Mendoza Velasco ▼]              |
| Responsable 2: [Seleccione un Registro ▼]                      |
| Aprobador:     [Alexander Walby Torrico Morales ▼]             |
|                                                                |
| Fecha Próxima Calibración: [07/03/2027] (Según frecuencia del equipo)  |
| Tipo Calibración: [Programado ▼]                               |
| Unidades: kPa                                                  |
|                                                                |
| [💾 Guardar Borrador] [✅ Guardar y Generar Certificado] [📄 Vista Previa]  |
└──────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

Ejemplo 2: Calibración de pH (Analizador AIT)

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════
═══
        REGISTRO DE CALIBRACIÓN - pH
        PLANTILLA: Analizadores de pH (Buffer 2-3 puntos)
═══════════════════════════════════════════════════════════════════
═══
```

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 📋 DATOS DE CABECERA                                                         │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│ TAG: [AIT-250006 ▼]                OT: 893186                                │
│ Descripción: Analizador de pH      Fecha: 22/01/2026                         │
│ Marca: ENDRESS+HAUSER              Modelo: CPM253-PR15051                    │
│ Rango Trabajo: 0-14 pH             Área: Flotación Plomo                     │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 🔧 PATRONES (2 requeridos para este tipo)                                    │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│ PATRÓN 1: Buffer solution pH7                                                │
│   ID: SB107-500 | Serie: 243528 | Vence: 01/04/2027 ✅                       │
│                                                                              │
│ PATRÓN 2: Buffer solution pH10                                               │
│   ID: SB115-500 | Serie: 248172 | Vence: 01/04/2027 ✅                       │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 📊 MEDICIONES DE pH (Plantilla específica para pH)                           │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                                              │
│ TIPO      | PATRÓN | LECTURA | ERROR | ERROR % | INCERT. % | ESTADO          │
│──────────┼────────┼─────────┼───────┼─────────┼──────────┼──────────────────│
│ Antes     | 7.02   | 6.96    | -0.06 | 0.85%   | 0.0500   | ⚠ Fuera          │
│ Antes     | 10.06  | 9.92    | -0.14 | 1.39%   | 0.0539   | ⚠ Fuera          │
│──────────┼────────┼─────────┼───────┼─────────┼──────────┼──────────────────│
│ Calibrado | 7.02   | 7.01    | -0.01 | 0.14%   | 0.0640   | ✅ OK            │
│ Calibrado | 10.06  | 10.05   | -0.01 | 0.10%   | 0.0500   | ✅ OK            │
│ Calibrado | 7.02   | 7.02    | 0.00  | 0.00%   | 0.0510   | ✅ OK            │
│ Calibrado | 10.06  | 10.05   | -0.01 | 0.10%   | 0.0500   | ✅ OK            │
│ Calibrado | 7.02   | 7.01    | -0.01 | 0.14%   | 0.0500   | ✅ OK            │
│ Calibrado | 10.06  | 10.05   | -0.01 | 0.10%   | 0.0500   | ✅ OK            │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

Ejemplo 3: Calibración de Pesómetro (WI)

```
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════════
═══
          REGISTRO DE CALIBRACIÓN - MASA
          PLANTILLA: Pesómetros (Masas Patrón)
═══════════════════════════════════════════════════════════════════════════════
═══

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 📋 DATOS DE CABECERA                                                         │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│ TAG: [WI-710402 ▼]                 OT: 893674                                │
│ Descripción: Pesómetro de Cinta    Fecha: 17/01/2026                         │
│ Marca: METTLER TOLEDO              Rango: 0-60 kg                            │
│ Área: Filtración                   P&ID: 710D001                             │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 🔧 PATRÓN                                                                    │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
```

PATRÓN 1: Masas Patrón METTLER TOLEDO
ID: MASAS-001 | Clase: F1 | Vence: 15/12/2026 ✅

📊 MEDICIONES DE MASA (Plantilla específica para pesómetros)

TIPO	PATRÓN (kg)	LECTURA (kg)	ERROR (kg)	ERROR %	ESTADO
Antes	--	--	--	--	Referencia
Calibrado	15.00	15.09	+0.09	0.60%	✅ OK
Calibrado	30.00	30.11	+0.11	0.37%	✅ OK
Calibrado	45.00	45.08	+0.08	0.18%	✅ OK

Ejemplo 4: Calibración de Temperatura (RTD/Termocupla)

REGISTRO DE CALIBRACIÓN - TEMPERATURA
PLANTILLA: RTDs y Termocuplas (3-4 puntos)

📊 MEDICIONES DE TEMPERATURA

TIPO	PATRÓN (°C)	LECTURA (°C)	ERROR (°C)	ERROR %	ESTADO
Antes	0.01	0.40	+0.39	3900%*	⚠ Fuera
Calibrado	25.00	25.50	+0.50	2.00%	⚠
Calibrado	50.00	50.40	+0.40	0.80%	⚠
Calibrado	75.00	75.30	+0.30	0.40%	✅ OK
Calibrado	100.00	100.10	+0.10	0.10%	✅ OK

*Nota: El error % en punto bajo es alto por cercanía al cero.
Se evalúa error absoluto (±1.0°C de tolerancia).

2.10.3. CÁLCULOS AUTOMÁTICOS (ISO 17025)
Fórmulas Implementadas

CÁLCULOS AUTOMÁTICOS SEGÚN ISO 17025:2017

1. ERROR ABSOLUTO
   E_abs = Lectura_Instrumento - Valor_Patrón
   Ej: E_abs = 69.60 - 70.00 = -0.40 kPa

2. ERROR RELATIVO (%)
   E_rel = (E_abs / Valor_Patrón) × 100
   Ej: E_rel = (-0.40 / 70.00) × 100 = -0.57%

```
| 3. ERROR MÁXIMO PERMITIDO (Tolerancia)                          |
|   Definido por fabricante o por política interna                |
|   Comparación automática: ¿E_abs ≤ Tolerancia? → ✅/⚠️          |
|                                                                 |
| 4. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (Simplificada)                     |
|   U = √(U_patrón² + U_resolución² + U_repetibilidad²)           |
|   U_expandida = U × k  (donde k=2 para 95% de confianza)        |
|                                                                 |
| 5. HISTÉRESIS (Para instrumentos con subida y bajada)           |
|   H = |Lectura_subida - Lectura_bajada|_máx                     |
|                                                                 |
| 6. LINEALIDAD                                                   |
|   Desviación máxima de la curva ideal                           |
└─────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

2.10.4. GENERACIÓN DE CERTIFICADO PDF

```
╔═══════════════════════════════════════════════════════════════════╗
║                                                                   ╕
    MINERA SAN CRISTÓBAL S.A.                                       ‖
LABORATORIO DE INSTRUMENTACIÓN                                      ‖
                                                                    ‖
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN INTERNA                                  ‖
N° CERT: CAL-2026-0893-0186                                         ‖
                                                                    ‖
Este certificado cumple con los requisitos de                       ‖
ISO 17025:2017 para uso interno                                     ‖
╘                                                                   ╛
╚═══════════════════════════════════════════════════════════════════╝
```

1. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

TAG: AIT-250006
Descripción: Analizador de pH
Marca: ENDRESS+HAUSER
Modelo: CPM253-PR15051
Número de Serie: 8104F305G00
Rango de Trabajo: 0-14 pH
Ubicación: Flotación Plomo - 240FT152ZI
P&ID: 250D005

2. PATRONES UTILIZADOS

PATRÓN	DESCRIPCIÓN	ID	N° SERIE	VENCIMIENTO
Patrón 1	Buffer solution pH7	SB107-500	243528	01/04/2027
Patrón 2	Buffer solution pH10	SB115-500	248172	01/04/2027

Trazabilidad: Los patrones son trazables a estándares nacionales e internacionales según ISO 17025.

3. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

TIPO	PATRÓN	LECTURA	ERROR	ERROR %	ESTADO
Antes	7.02 pH	6.96 pH	-0.06	-0.85%	Fuera
Antes	10.06 pH	9.92 pH	-0.14	-1.39%	Fuera
Calibrado	7.02 pH	7.01 pH	-0.01	-0.14%	✅ OK
Calibrado	10.06 pH	10.05 pH	-0.01	-0.10%	✅ OK
Calibrado	7.02 pH	7.02 pH	0.00	0.00%	✅ OK
Calibrado	10.06 pH	10.05 pH	-0.01	-0.10%	✅ OK
Calibrado	7.02 pH	7.01 pH	-0.01	-0.14%	✅ OK
Calibrado	10.06 pH	10.05 pH	-0.01	-0.10%	✅ OK

Error Máximo: -0.01 pH (Calibrado)
Incertidumbre: ±0.064 pH (k=2, 95% confianza)
Tolerancia: ±0.1 pH
CONCLUSIÓN: ✅ EQUIPO CONFORME - DENTRO DE TOLERANCIA

4. CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura: 21 °C
Humedad Relativa: 3.00%
Método: Comparativo

5. RESPONSABLES

Calibración realizada por:

_____
Edgar Javier Calle Choque
Técnico Instrumentista
Aprobado por:

_____
Saul Ramiro Balladares Rocha
Supervisor de Instrumentación

Fecha de Calibración: 22/01/2026
Fecha Próxima: 19/02/2026

Este documento es generado por el Laboratorio de Instrumentación de M.S.C.
Válido para Gestión Interna. Trazabilidad según normas nacionales e internacionales.

2.10.5. SISTEMA DE FIRMA DIGITAL

SISTEMA DE FIRMA DIGITAL PARA CERTIFICADOS

FLUJO DE FIRMA:

```
| Técnico        |      | Supervisor     |      | Certificado    |
| Ejecuta y      |──▶   | Revisa y       |──▶   | PDF con        |
| Firma          |      | Aprueba        |      | Doble Firma    |
| Digitalmente   |      | Digitalmente   |      | Bloqueado      |
└──────────────┘      └──────────────┘      └──────────────┘
```

CONFIGURACIÓN DE FIRMAS:

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
| [📂 Subir Firma Digitalizada (PNG con fondo transparente)]              |
|                                                                          |
| Usuario: Edgar Javier Calle Choque                                       |
| Firma actual: [No cargada]                                               |
| [Seleccionar archivo] [📷 Capturar firma]                                |
|                                                                          |
| ☑ Requerir PIN de seguridad para firmar                                  |
| ☑ Requerir doble autenticación para aprobador                            |
| ☑ Registrar IP y timestamp de cada firma                                 |
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────────
```

REGISTRO DE FIRMAS DEL CERTIFICADO CAL-2026-0893-0186:

ROL	USUARIO	FECHA/HORA	
Responsable 1	Edgar Javier Calle Ch.	22/01/26 14:30	
Aprobador	Saul Ramiro Balladares	22/01/26 16:15	

2.10.6. GENERACIÓN DE STICKER AUTOMÁTICO

GENERACIÓN DE STICKER DE CALIBRACIÓN

PREVISUALIZACIÓN DEL STICKER:

```
│
│  Código QR: [▇▇▇▇▇▇▇▇▇]        │
│  (Enlace al certificado digital)  │
│                                   │
└──────────────────────────────────┘
```

[🖨 Imprimir Sticker] [📄 Generar PDF Stickers] [📦 Imprimir Lote]
[Tamaño: 5x3 cm ▼] [Material: Vinil Adhesivo ▼]

2.10.7. DASHBOARD DE CALIBRACIONES

DASHBOARD DE GESTIÓN DE CALIBRACIONES

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 📊 INDICADORES CLAVE                                                 │
├──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────────────────────┤
│ Calibraciones│ % Conformes │ % No Conform.│ Vencidas  │ Próx. 7 días  │
│ este mes  │ (pasaron)  │ (antes cal.) │          │          │
├──────────┼──────────┼──────────┼──────────┼──────────────────────────┤
│   47     │   91.5%  │   23.4%  │   3 ⚠    │    12    │
└──────────┴──────────┴──────────┴──────────┴──────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 🔴 EQUIPOS CON CALIBRACIÓN VENCIDA                                   │
├──────────┬──────────┬──────────┬──────────┬──────────────────────────┤
│ TAG      │ DESCRIPCIÓN  │ ÚLTIMA CAL.  │ DÍAS VENCIDO │ OT          │
├──────────┼──────────┼──────────┼──────────┼──────────────────────────┤
│PIT-410201│Transmisor Presión│15/11/2025  │   162    │ Pendiente   │
│AIT-240102│Analizador pH  │20/12/2025  │   127    │ 892745      │
│TE-410055 │Termocupla     │30/12/2025  │   117    │ Pendiente   │
└──────────┴──────────┴──────────┴──────────┴──────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ 📈 TENDENCIA DE ERROR POR TAG (PIT-410401)                           │
│                                                                      │
│ Fecha Cal  │ Error Antes │ Error Después │ Tendencia                 │
│ 07/03/2025 │  -0.35  │  -0.02  │ ○──●──●──● ✅ Estable             │
│ 07/09/2025 │  -0.42  │  -0.03  │                                   │
│ 07/03/2026 │  -0.50  │  -0.05  │ ⚠ Deriva aumentando               │
│                                                                      │
│ Recomendación: Reducir frecuencia de calibración de 6 a 4 meses      │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

MEJORES PRÁCTICAS ADICIONALES RECOMENDADAS

Normas de Referencia para tu Módulo

Norma	Aplicación
ISO 17025:2017	Requisitos generales para laboratorios de calibración
ISO 10012:2003	Sistemas de gestión de mediciones
OIML R 111-1	Pesas patrón (para pesómetros)
IEC 60751	RTDs industriales (termocuplas)
ISA TR 18.2.4	Alarmas y calibración en instrumentación
21 CFR Part 11	Firmas electrónicas (FDA, referencia)

Validaciones Automáticas Antes de Guardar

☑ ¿El patrón está dentro de su fecha de vencimiento?
☑ ¿Las condiciones ambientales están dentro del rango del patrón?

☑ ¿Se hizo la medición "Antes"? (Obligatorio)
☑ ¿Se hizo la medición "Calibrado"? (Obligatorio)
☑ ¿El error máximo excede la tolerancia? → Marcar como "No Conforme"
☑ ¿La frecuencia de calibración es la correcta para este TAG?

Funcionalidades Recomendadas Adicionales

☑ ALERTAS INTELIGENTES:
- Si el error "Antes" tiende a crecer → Sugerir reducir frecuencia
- Si el error "Calibrado" es siempre muy bajo → Sugerir ampliar frecuencia
- Si 3 calibraciones seguidas son No Conformes → Generar RCA automático

☑ TRAZABILIDAD COMPLETA:
- Cada patrón linkea a su propio certificado de calibración externa
- Cadena de trazabilidad visible: Instrumento → Patrón → Patrón NIST → SI

☑ MODO SIN CONEXIÓN (OFFLINE):
- El técnico puede llenar la calibración en tableta sin WiFi
- Sincroniza automáticamente al volver a zona con cobertura

☑ COMPARACIÓN ENTRE INSTRUMENTOS GEMELOS:
- Si hay 2 transmisores en la misma línea, comparar derivas
- Detectar si ambos derivan igual (posible causa común)

☑ FIRMA BIOMÉTRICA (Opcional Avanzado):
- Tabletas con lector de huella para firmar
- Cumple con los más altos estándares de no repudio

Esto seria todo lo que necesitaría este desarrollo, por el momento

2.11 ARQUITECTURA DE SEGURIDAD COMPLETA

```
┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│              CAPAS DE SEGURIDAD DEL SISTEMA                              │
│                 MSC MANTENIMIENTO                                        │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ CAPA 1: SEGURIDAD DE RED                                                 │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                                          │
│  INTERNET → [WAF/Firewall] → [HTTPS] → [Next.js Server] → [MongoDB]      │
│                                                                          │
│  ☐ Cloudflare WAF (Web Application Firewall) - GRATIS                    │
│  ☐ HTTPS estricto (TLS 1.3)                                              │
│  ☐ Rate Limiting (evitar brute force)                                    │
│  ☐ IP Allowlisting (solo IPs de la mina/VPNe)                            │
│  ☐ DDoS Protection (Cloudflare/Vercele)                                  │
│  ☐ CORS estricto (solo dominio MSC)                                      │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ CAPA 2: SEGURIDAD DE APLICACIÓN (Next.js)                                │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                                          │
```

```
│ ☐ Server Actions seguras (no exponer lógica al cliente)          │
│ ☐ CSP (Content Security Policy) estricto                         │
│ ☐ Headers de seguridad HTTP                                      │
│ ☐ Sanitización de inputs (XSS)                                   │
│ ☐ Protección CSRF                                                │
│ ☐ Validación Zod en servidor (NO confiar en validación cliente)  │
│ ☐ Rate Limiting por ruta API                                     │
│ ☐ Límite de tamaño de archivos (upload)                          │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ CAPA 3: AUTENTICACIÓN Y AUTORIZACIÓN                             │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                                  │
│ ☐ Next-Auth v5 con JWT                                           │
│ ☐ MFA (Autenticación Multi-Factor) para supervisores/admin       │
│ ☐ Roles granulares (RBAC)                                        │
│ ☐ Sesiones con tiempo de expiración                              │
│ ☐ Rotación de tokens                                             │
│ ☐ Bloqueo después de N intentos fallidos                         │
│ ☐ Registro de todos los accesos (audit log)                      │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ CAPA 4: SEGURIDAD DE BASE DE DATOS (MongoDB)                     │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                                  │
│ ☐ MongoDB Atlas con IP Whitelist                                 │
│ ☐ Usuario de BD con privilegios mínimos                          │
│ ☐ Conexión TLS/SSL                                               │
│ ☐ Encriptación en reposo (Atlas lo hace automático)              │
│ ☐ No exponer connection string en cliente                        │
│ ☐ Sanitización de queries (evitar NoSQL injection)               │
│ ☐ Backups automáticos diarios                                    │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────┘

┌──────────────────────────────────────────────────────────────────┐
│ CAPA 5: PROTECCIÓN DE DATOS SENSIBLES                            │
├──────────────────────────────────────────────────────────────────┤
│                                                                  │
│ ☐ Contraseñas: bcrypt/argon2 (NUNCA texto plano)                 │
│ ☐ Datos personales: Encriptados                                  │
│ ☐ Firmas digitales: Almacenamiento seguro                        │
│ ☐ Fotos de equipos: Bucket privado (S3/MinIO) con acceso firmado │
│ ☐ API Keys: Variables de entorno (.env) NUNCA en código          │
│ ☐ Logs: Sin datos sensibles (solo IDs)                           │
└──────────────────────────────────────────────────────────────────┘
```

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

3. Requerimientos

*3.1 **Funcionales.** Especificar cada una de las funcionalidades requeridas por el usuario.*

Requerimiento:
Descripción:
Entrada:
Salida:

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)

3.2 Capacidad. *Especificar los requerimientos para cubrir la cantidad de usuarios, tareas o procesos en ejecución, plataformas y servicios involucrados (nuevos o existentes).*

Requerimiento:
Descripción:
Plataforma/Servicio involucrado:

3.3 Seguridad. *Especificar los requerimientos para el control de los riesgos identificados en el formulario* ***2.05.P09.F01*** *Checklist de Controles de Seguridad de la Información para el Desarrollo/Implementación.*

Requerimiento:
Descripción:
Controles:
Entrada:
Salida:

7. Criterios de aceptación para los beneficios logrados

Especificar los criterios de medición del logro de los beneficios planteado en la solicitud de la implementación. Medidas cualitativas y de preferencia cuantitativas. Se traducen en pruebas de verificación del logro de los beneficios.

8. Viabilidad

Descripción de la solución planteada

9. Acta de Aceptación de usuario

Yo <Usuario líder> doy conformidad al presente documento, el mismo representa a cabalidad mis requerimientos; entiendo que cualquier cambio en este documento implicaría un nuevo análisis influyendo en la solución planteada incluyendo la factibilidad y el tiempo de entrega de la solución.

_____

Firma
<Usuario líder>

Cualquier copia impresa, copia electrónica o reproducción de este documento se considera ¨COPIA NO CONTROLADA¨, las versiones vigentes de los documentos se encuentran disponibles en el sistema ENAXIS (http://portal.minera)