

SISTEMA TFM - APLICACIÓN WEB COMPLETA

Descripción General

Sistema web completo para el TFM "Sistema de Mantenimiento Predictivo - Frío Pacífico 1" con todas las funcionalidades validadas con datos reales de Enero-Agosto 2025.

Funcionalidades Principales

Dashboard Ejecutivo

- **KPIs Principales:** Precisión 100%, ROI 42.5%, Disponibilidad 97.4%
- **Validación Agosto 2025:** Predicciones vs eventos reales
- **Estado de Compresores:** C1 (Anfitrión THD), C2 (Vibraciones), C3 (Básico)
- **Resumen de Validación:** Hipótesis confirmada, impacto económico

Análisis por Compresores

- **C1 - Anfitrión THD:** 7 variables THD, precisión 100%
- **C2 - Vibraciones:** 8 variables mecánicas, vibraciones activas
- **C3 - Básico:** 6 variables mecánicas, cobertura básica
- **Análisis Histórico:** Gráficos interactivos con datos reales

Detección Avanzada

- **Isolation Forest + DBSCAN:** Configuración validada
- **Resultados Agosto 2025:** 3 predicciones, 2 eventos reales
- **Métricas de Rendimiento:** Precisión, anticipación, sensibilidad
- **Configuración del Modelo:** Umbrales optimizados

Gestión de OTs

- **Generación Automática:** Basada en anomalías detectadas
- **Filtros Avanzados:** Por severidad, estado, fecha
- **Exportación Excel:** Múltiples hojas con limpieza de timezone
- **Estados:** Pendiente, En Proceso, Completada

Análisis Económico

- **Costos Reales 2025:** \$25,607.38 validados
- **Ahorro Estimado:** \$7,682.21 (30% del total)
- **Proyección 3 años:** ROI, VAN, TIR
- **Métricas de Confiabilidad:** MTBF, MTTR, disponibilidad

Validación del Modelo

- **Período Entrenamiento:** Enero-Julio 2025 (182,670 registros)
- **Período Validación:** Agosto 2025 (24,359 registros)
- **Precisión C1:** 100% (2/2 eventos detectados)
- **Anticipación:** 6-24 días antes de fallas

Reportes y Exportación

- **Reporte Ejecutivo:** KPIs, validación, impacto económico
- **Reporte Técnico:** Configuración, métricas, análisis detallado
- **Exportación:** JSON completo, CSV resumen, Excel OTs

Arquitectura Técnica

Backend (Flask)

Plain Text

```
src/
├── main.py                # Aplicación principal Flask
├── routes/
│   ├── ots_routes.py      # Rutas originales de OTs
│   └── tfm_dashboard_routes.py # Rutas avanzadas del TFM
└── static/
    ├── index.html         # Frontend completo
    └── app.js             # JavaScript interactivo
```

Tecnologías Utilizadas

- **Backend:** Flask, Pandas, NumPy, Scikit-learn
- **Frontend:** HTML5, Tailwind CSS, JavaScript ES6

- **Gráficos:** Plotly.js para visualizaciones interactivas
- **Datos:** JSON, CSV, Excel con limpieza de timezone

Instalación y Ejecución

Requisitos Previos

Bash

```
Python 3.8+  
pip  
virtualenv (recomendado)
```

Instalación

Bash

```
# 1. Extraer el código fuente  
tar -xzf sistema_ots_web_completo.tar.gz  
cd sistema_ots_web  
  
# 2. Activar entorno virtual  
source venv/bin/activate  
  
# 3. Instalar dependencias  
pip install -r requirements.txt  
  
# 4. Ejecutar la aplicación  
python src/main.py
```

Acceso

- **URL Local:** <http://localhost:5000>
- **Usuario:** Acceso directo sin autenticación
- **Navegadores:** Chrome, Firefox, Safari, Edge

Datos Validados Incluidos

Entrenamiento (Enero-Julio 2025)

- **Registros Totales:** 182,670

- **C1:** 60,919 registros, 7 variables THD
- **C2:** 60,926 registros, 8 variables mecánicas
- **C3:** 60,825 registros, 6 variables mecánicas
- **Eventos Críticos:** 24 (11 C1, 4 C2, 9 C3)

Validación (Agosto 2025)

- **Registros Totales:** 24,359
- **Predicciones IA:** 3 (fechas: 01, 03, 05 agosto)
- **Eventos Reales:** 2 (fechas: 07, 25 agosto)
- **Precisión C1:** 100%
- **Anticipación:** 15 días promedio

Análisis Económico

- **Costo Total 2025:** \$25,607.38
- **Mano de Obra:** \$15,364.43 (60%)
- **Suministros:** \$10,242.95 (40%)
- **Ahorro Estimado:** \$7,682.21 (30%)
- **ROI:** 42.5% primer año



Configuración del Modelo

Isolation Forest

Python

```
contamination: 0.15  
n_estimators: 200  
random_state: 42
```

DBSCAN

Python

```
eps: 0.5  
min_samples: 5
```

Umbrales

Python

```
thd_normal: ≤ 1.0  
thd_critico: > 4.0  
ventana_predictiva: 72 horas
```



Funcionalidades de la Interfaz

Navegación

- **Sidebar Izquierdo:** Navegación principal entre secciones
- **Header Superior:** Información del sistema y acciones rápidas
- **Responsive:** Adaptable a desktop, tablet y móvil

Interactividad

- **Gráficos Plotly:** Zoom, pan, hover, exportación
- **Filtros Dinámicos:** Tiempo real sin recarga
- **Exportación:** Un clic para descargar datos
- **Notificaciones:** Feedback visual de acciones

Visualizaciones

- **Dashboard Ejecutivo:** 8 KPIs principales + gráficos
- **Análisis Compresores:** Comparativo + históricos
- **Detección Avanzada:** Configuración + resultados
- **Análisis Económico:** Costos + proyecciones



API Endpoints

Dashboard Ejecutivo

- `GET /tfm/dashboard-ejecutivo` - KPIs y datos principales
- `GET /tfm/estado-sistema` - Estado actual del sistema

Compresores

- `GET /tfm/compresores/<id>` - Detalles de compresor específico

Análisis Económico

- `GET /tfm/analisis-economico` - Datos económicos completos

Detección

- `GET /tfm/deteccion-avanzada` - Configuración y resultados

Reportes

- `GET /tfm/reportes/ejecutivo` - Reporte ejecutivo JSON
- `GET /tfm/reportes/tecnico` - Reporte técnico JSON
- `GET /tfm/exportar/datos-completos` - Exportación JSON
- `GET /tfm/exportar/resumen-csv` - Exportación CSV

Diseño y UX

Paleta de Colores

- **Primario:** Azul (#2563eb)
- **Secundario:** Verde (#16a34a)
- **Acentos:** Naranja (#ea580c), Púrpura (#9333ea)
- **Estados:** Rojo (#dc2626), Amarillo (#ca8a04)

Tipografía

- **Fuente:** Inter (Google Fonts)
- **Tamaños:** 12px-32px escalados
- **Pesos:** 400 (normal), 600 (semibold), 700 (bold)

Componentes

- **Cards:** Sombras suaves, bordes redondeados
- **Botones:** Estados hover, focus, disabled
- **Formularios:** Validación visual, feedback
- **Gráficos:** Tema consistente, colores corporativos

Métricas de Validación

Precisión del Modelo

- **C1 (Anfitrión):** 100% (2/2 eventos)
- **Anticipación:** 6-24 días
- **Confianza:** 92.1-97.8%
- **Sobre-predicción:** 1 evento (conservador)

Impacto Operacional

- **MTBF:** 156.3 horas (objetivo >100h)
- **MTTR:** 4.2 horas (objetivo <6h)
- **Disponibilidad:** 97.4% (objetivo >95%)
- **Eficiencia:** 30% reducción costos

Seguridad y Rendimiento

Seguridad

- **Validación:** Entrada de datos sanitizada
- **CORS:** Configurado para desarrollo
- **Headers:** Seguridad básica implementada

Rendimiento

- **Carga Lazy:** Gráficos bajo demanda
- **Caché:** Datos estáticos en memoria
- **Compresión:** Assets minificados
- **Responsive:** Optimizado para móviles

Despliegue

Desarrollo Local

```
Bash
```

```
python src/main.py
# Acceso: http://localhost:5000
```

Producción (Recomendado)

Bash

```
# Usar Gunicorn
pip install gunicorn
gunicorn -w 4 -b 0.0.0.0:5000 src.main:app

# O usar el servicio de despliegue incluido
# (Requiere configuración adicional)
```

Variables de Entorno

Bash

```
FLASK_ENV=production
FLASK_DEBUG=False
SECRET_KEY=tu_clave_secreta_aqui
```

Soporte y Contacto

Desarrolladores

- **Antonio Cantos** - Análisis y Validación
- **Renzo Chavez** - Implementación Técnica

Institución

- **EADIC 2025** - Máster en Mantenimiento Industrial

Documentación

- **TFM Completo:** Disponible en repositorio
- **Datos Validados:** Enero-Agosto 2025
- **Código Fuente:** Completamente documentado

Licencia

Proyecto académico desarrollado para el TFM de EADIC 2025.
Uso educativo y de investigación.

🎉 **Sistema TFM - Validado con Datos Reales | Precisión 100% | ROI 42.5%**