



UNIVERSIDAD  
**SANTO TOMÁS**  
TUNJA

1

Universidad Santo Tomás

**Facultad de Ingeniería**

**Especialización en Gerencia de Mantenimiento y gestión de activos**

**Propuesta de modelo de digitalización de datos maestros, históricos y de condición en**

**CMMS/EAM para la toma de decisiones en gestión de activos**

Juan Sebastián Suárez Rivera

juan.suarezri@usantoto.edu.co

Tunja, Colombia

Diciembre de 2025



## Contenido

1. Introducción .....	3
2. Problema .....	4
3. Objetivo general .....	4
4. Objetivos específicos .....	4
5. Modelo propuesto .....	5
6. Aplicación en Colombia .....	6
7. Conclusiones .....	9
8. Referencias.....	9



## 1. Introducción

La gestión de activos físicos se ha consolidado como una disciplina clave para organizaciones que dependen de infraestructura, equipos e instalaciones para cumplir su misión. Bajo el enfoque de normas como la ISO 55000, los activos deben gestionarse de manera que aporten valor a la organización equilibrando desempeño, riesgo y costo a lo largo del ciclo de vida.

En la práctica, este equilibrio solo es posible cuando las decisiones de mantenimiento, renovación e inversión se apoyan en información confiable y trazable. No obstante, muchas organizaciones aún gestionan sus activos con información dispersa en formatos físicos, hojas de cálculo independientes o registros parciales en sistemas transaccionales, lo cual dificulta conocer la condición real de los equipos y estimar los costos totales de ciclo de vida (TOTEX).

En este contexto, la digitalización de datos maestros de activos, históricos de órdenes de trabajo y datos de condición en una plataforma de gestión de mantenimiento asistida por computadora (CMMS/EAM) se convierte en un habilitador fundamental. El propósito de este informe es desarrollar, de forma más extensa, los elementos presentados en el póster académico sobre digitalización de datos para la gestión de activos.

En este informe se toma como sector de referencia el ámbito hospitalario, en particular hospitales de alta complejidad. Sistemas como la climatización de UCI y quirófanos, los grupos electrógenos y las plantas de gases medicinales dependen de una gestión de activos soportada en datos confiables. El modelo de digitalización por capas que se presenta busca precisamente estructurar esa información en el CMMS/EAM para calcular indicadores como MTBF, MTTR, OEE y TOTEX y apoyar decisiones en estos sistemas críticos.



## **2. Problema**

En muchos hospitales de alta complejidad en Colombia se observa una brecha significativa entre la información que se requiere para gestionar los activos de manera profesional y la información que realmente está disponible en el CMMS/EAM. Es frecuente encontrar inventarios incompletos, equipos sin código único, catálogos de fallas poco estructurados y órdenes de trabajo sin datos básicos como causa de falla, tiempo de reparación, recursos utilizados o costo.

Esta falta de estructura y trazabilidad impide construir una historia confiable del comportamiento de los equipos y limita el cálculo de indicadores como el tiempo medio entre fallas (MTBF), el tiempo medio de reparación (MTTR), la efectividad global del equipo (OEE) y los costos totales de ciclo de vida (TOTEX). En consecuencia, las decisiones de priorización de activos críticos, selección de estrategias de mantenimiento y justificación de inversiones se basan más en percepciones que en evidencia cuantitativa.

## **3. Objetivo general**

Proponer y analizar un modelo de digitalización en CMMS/EAM que mejore la toma de decisiones en gestión de activos de sistemas críticos hospitalarios, usando datos maestros, históricos y de condición.

## **4. Objetivos específicos**

1. Definir los datos mínimos (maestros, históricos y de condición) que debe gestionar el CMMS/EAM para calcular los KPIs MTBF, MTTR, OEE y TOTEX en equipos críticos hospitalarios.



2. Relacionar esos datos mínimos con cada KPI, especificando qué campos se requieren, de qué fuentes provienen y qué tipo de decisión de gestión de activos soportan.
3. Estructurar un modelo por capas (captura, registro, análisis y decisión, con retroalimentación) que represente el flujo de información desde campo hasta la toma de decisiones de mantenimiento e inversión en hospitales de alta complejidad.

## 5. Modelo propuesto

Se plantea una arquitectura por capas para la digitalización de datos y la toma de decisiones en gestión de activos con soporte CMMS/EAM. El modelo permite visualizar el recorrido de la información desde el levantamiento inicial hasta la decisión final de mantenimiento o inversión.

La lógica del modelo se inspira en el ciclo de vida de los datos: capturar, registrar, analizar y decidir. Cada capa tiene objetivos específicos, responsables definidos y requisitos mínimos de información.

**Capa 1: Captura y levantamiento.** Incluye el inventario de activos, la definición de códigos únicos, la jerarquización de equipos, así como la estandarización de catálogos de fallas y repuestos. También contempla la captura de datos de condición a partir de inspecciones de rutina, sensores, horómetros y sistemas SCADA.

**Capa 2: Registro y gobierno de datos (CMMS/EAM).** Corresponde al registro sistemático de la información en el CMMS/EAM mediante maestros normalizados y órdenes de trabajo con campos obligatorios. En esta capa se establecen reglas de validación y responsabilidades de calidad de datos, asegurando que la información sea consistente y trazable.



**Capa 3: Análisis y KPIs (BI/analítica).** Transforma los datos registrados en indicadores de desempeño y costo. A partir de las fechas de falla y las horas de operación se calcula el MTBF; a partir de los tiempos de inicio y fin de las reparaciones se obtiene el MTTR; combinando disponibilidad, rendimiento y calidad se deriva el OEE; y sumando los costos de inversión y operación se calcula el TOTEX. Estos indicadores se integran en tableros de control para facilitar su interpretación.

**Capa 4: Decisión en gestión de activos.** Utiliza los indicadores y la información de criticidad para priorizar activos, seleccionar estrategias de mantenimiento (correctivo, preventivo, basado en condición o rediseño) y evaluar alternativas de reparar o renovar. El resultado es un plan anual de mantenimiento y un presupuesto alineados con el riesgo y el costo de ciclo de vida.

**Capa 5:** Además, la relación entre la cuarta capa (decisión) y las capas de captura y registro debe entenderse como un ciclo de retroalimentación y mejora continua, en línea con la ISO 55000. Las decisiones sobre planes, estrategias y renovaciones generan nuevos órdenes de trabajo y nuevos datos, que alimentan de nuevo al CMMS/EAM y permiten ajustar el modelo con la experiencia acumulada.

## **6. Aplicación en Colombia**

En el contexto colombiano, la arquitectura por capas propuesta se aplica en este trabajo principalmente a hospitales de alta complejidad. La digitalización en el CMMS/EAM de los datos maestros de los activos, los históricos de órdenes de trabajo y los datos de condición permite consolidar la información de sistemas críticos como la climatización de UCI y quirófanos, los grupos electrógenos y las plantas de gases medicinales. Con esta base de datos es



posible calcular de forma sistemática indicadores como MTBF, MTTR, OEE y TOTEX y priorizar inversiones en mantenimiento y renovación.

En un hospital, estos KPIs permiten identificar equipos con mayor frecuencia de fallas, tiempos de reparación elevados y costos crecientes, así como estimar el impacto de las paradas sobre el riesgo clínico y el nivel de servicio. Por ejemplo, la combinación de un MTBF decreciente y un TOTEX elevado en un chiller de UCI puede justificar un proyecto de renovación del equipo y el paso hacia estrategias de mantenimiento basado en condición y enfoques predictivos.

En el contexto colombiano, la arquitectura por capas propuesta se aplica en este trabajo principalmente a **hospitales de alta complejidad**, aunque también puede adaptarse a otros sectores intensivos en activos como industria y servicios públicos.

La misma arquitectura puede adaptarse a otros sectores intensivos en activos, como plantas industriales o empresas de servicios públicos, ajustando el tipo de activos críticos y las fuentes de datos. Sin embargo, la lógica se mantiene: digitalización por capas en el CMMS/EAM, cálculo de KPIs como MTBF, MTTR, OEE y TOTEX y uso de estos indicadores para comparar alternativas de intervención.

En la **Tabla 1** se resumen algunos indicadores clave, los datos mínimos necesarios para su cálculo, la fuente principal en el CMMS/EAM y el tipo de decisión que apoyan, en coherencia con lo representado en el póster.

**Tabla**

**1**

*Indicadores clave, datos mínimos y decisiones soportadas*



<b>KPI</b>	<b>Dato mínimo</b>	<b>Fuente en CMMS/EAM</b>	<b>Decisión que apoya</b>
MTBF	Fecha de cada falla, tiempo entre fallas y horas de operación del equipo.	Órdenes de trabajo correctivas y lecturas de horómetro o sistema SCADA.	Priorización de activos críticos y definición de la frecuencia de mantenimiento preventivo o basado en condición.
MTTR	Hora de inicio y fin de reparación, recursos de mano de obra y repuestos utilizados.	Órdenes de trabajo correctivas con registro de tiempos y recursos.	Mejora de tiempos de respuesta, disponibilidad del equipo y planificación de recursos de mantenimiento.
OEE	Horas programadas, horas de parada, unidades producidas y unidades buenas versus rechazadas.	Órdenes de trabajo de paradas y registros de producción y calidad.	Identificación de pérdidas por indisponibilidad, baja velocidad o defectos y priorización de proyectos TPM.
TOTEX	Costos CAPEX y OPEX por activo, incluyendo inversión, mantenimiento, energía y repuestos.	Módulo de costos del CMMS/EAM y registros contables de la organización.	Comparación de escenarios reparar versus renovar y priorización de inversiones en activos.



## 7. Conclusiones

- En un hospital que implemente el modelo, la digitalización estructurada de datos maestros, históricos y de condición en el CMMS/EAM permite visualizar en forma integrada el comportamiento de los sistemas críticos (climatización, energía, gases medicinales) mediante KPIs como MTBF, MTTR, OEE y TOTEX, en lugar de depender de registros dispersos o en papel.
- La arquitectura por capas propuesta facilita pasar de un uso del CMMS/EAM como simple repositorio de órdenes de trabajo a un sistema que soporta decisiones operativas, tácticas y estratégicas, incluyendo el avance hacia mantenimiento basado en condición y enfoques predictivos, en coherencia con la familia de normas ISO 55000–55001.
- El análisis de TOTEX y de criticidad ayuda al hospital a priorizar y justificar renovaciones e inversiones en infraestructura crítica, optimizando el uso del presupuesto de mantenimiento y mejorando la confiabilidad de los servicios de soporte clínico.

## 8. Referencias

- International Organization for Standardization. (2014). ISO 55000:2014 Asset management—Overview, principles and terminology. Geneva, Switzerland: Author.
- Moubray, J. (1997). Reliability-centered maintenance (2nd ed.). Oxford, England: Butterworth-Heinemann