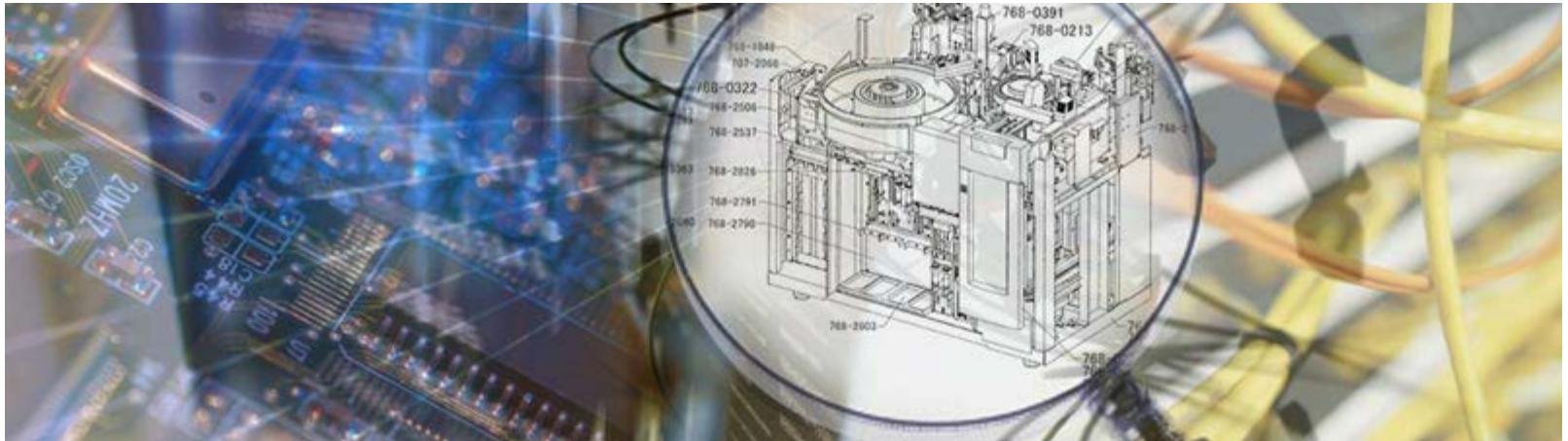


Documentación de actividades y estadística en el Mantenimiento de equipos biomédicos



Curso de Ingeniería Clínica

Facultad de Ingeniería – Núcleo de Ing. Biomédica
Agosto 2024. Dr. H.Venturino, Med., BSEE, MBA

1. Documentación de actividades de ST

Definición: Registro sistemático de **toda** actividad relacionada a equipos bajo ST en un medio accesible, perdurable y respaldado.

¿Qué se registra?

Toda acción que se haga sobre cada equipo:

- Preinstalación
- Instalación
- Capacitación del cliente
- Capacitaciones del personal de ST

- Llamados del cliente (preguntas, solicitud de servicio, temas técnicos, de software o por Operación)
- Pruebas e Inspecciones
- MPs, MCs con las partes utilizadas
- Modificaciones de HW y actualizaciones del SW
- Re-ubicación de equipos
- Desinstalación de equipos

¿Porqué hay que registrar?

- **Requerimiento de Normas**
- **Razones de Servicio** (funcionamiento y calidad)
- **Razones Éticas**
- **Razones Legales**

Requerimiento de Normas:

de MSP

de las normas GMP

de la certificación ISO 9001

o de otras autoridades.



Razones de Servicio:

- Es la Historia Clínica de c/equipo: DHR (Device History Record)
- Da una continuidad a las acciones técn. realizadas
- Es trabajar con orden.
- Elemento básico del buen ejercicio profesional
- Documenta el cumplimiento de los principales deberes de quienes asisten a equipos.



- Es info. de referencia para el resto del equipo de ST
- Saber lo que hizo otro. Compartir las soluciones.
- El cliente frecuentemente solicita el historial técnico de uno o más equipos. Brinda acceso al mismo.
- Fuente datos estadística, para analizar, comprender, gestionar y mejorar el servicio.



Razones éticas:

- En el terreno de la salud, todo lo que se hace se registra y los equipos no son una excepción.
- Todo lo que se hace puede tener consecuencias sobre la salud. Corresponde dejar claro lo que se hizo.
- Es contribuir a la transparencia y a la confiabilidad del servicio que brinda el ST.
- Es la obligación de informar lo que se hizo ante el receptor de nuestra actividad.

Razones Legales:



- Tratándose de equipos médicos siempre pueden surgir demandas.
- Prueba documental de lo que se hizo.
- Es indispensable ante eventuales reclamaciones de responsabilidad legal frente a instituciones o pacientes. Contribuye a una eventual defensa legal.
- Para poder analizar lo actuado y formarse un juicio ante reclamos formales del cliente.

¿Dónde se registra?

- *Idealmente*: En un sistema informático: **CMMS**

Computerized Maintenance Management System

Sistema Computerizado de Gestión del Mantenim.

- *Posible*: Implementar algo local con Access o Excel
- En planillas Excel separadas, para propósitos diferentes
- Satisfacer necesid. locales y adecuarse a los recursos.

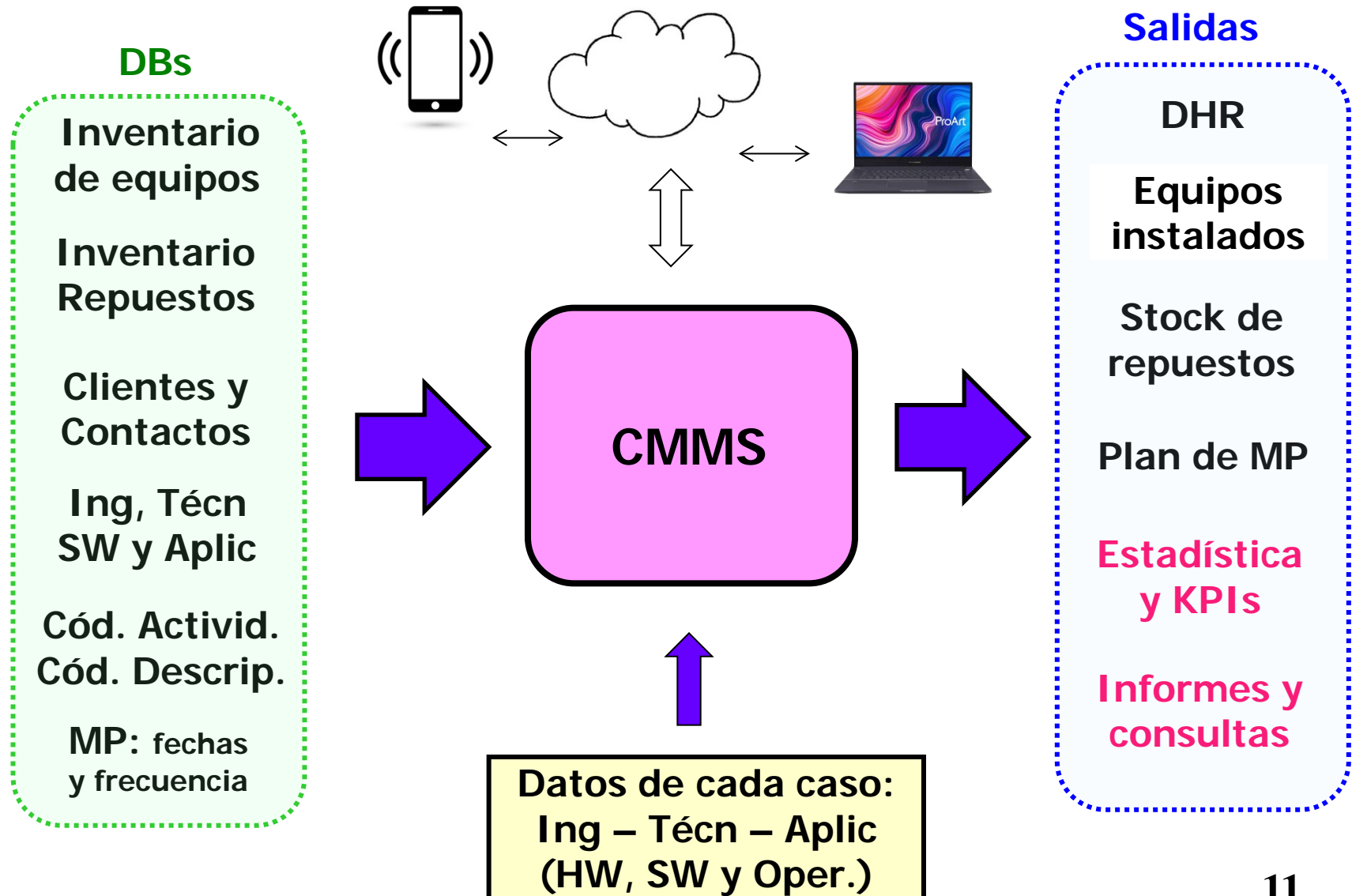
CMMS



- Es un SW. comercial. Libre o licenciado.
- Para documentación de actividades y gestión de un ST
- En gral. constituido por un núcleo para lo básico y módulos adicionales para funciones optativas
- Entradas: varias BD para datos que cambian lento y BD con campos de ingreso para los datos de las actividades técnicas.
- 1ra vista del aspecto de un CMMS: [Pantalla 1](#)

El archivo al que el enlace hace referencia es: **Prisma pantalla 1.docx**

Estructura y funciones básicas de un CMMS





Características generales:

Ninguno es perfecto para nuestra aplicación

- Se requiere configurarlos para adaptarse a cada ST
- Permite ingreso, almacenamiento, actualización de los datos y en forma opcional, análisis de datos del ST.
- Generalmente son aplicaciones Web
- Fases en el tiempo: de preparación, capacitación, turbulencia, estabilidad, vigilancia y mantenimiento.

[Diagrama funcional de CMMS](#)

Funcionalidades adicionales modernas que algunos CMMS pueden incluir:

- Geolocalización del personal técnico
- Avisos de emergencia hacia los celulares
- Pasar solicitudes de ST al personal de campo
- Formularios online para registrar intervención con posibilidad de firma digital y de ingresar fotos
- Consultas del personal técnico a BD de repuestos
- Información sobre Capacitaciones

SelectHub CMMS: Presenta varios CMMS

Improtel, G-Mant, Opus Software, Tecnología Industrial

FRACTTAL

UpKeep

Mpulse

MANWINWIN

Algunos CMMS Comerciales

eMaint CMMS

Hippo CMMS

FastMaint

MaxPanda

Maintenance Pro

FixSoftware

hay muchos, buscar por “Software de Mantenimiento Equipos Médicos”

DHR: Device History Record

Registro histórico completo de la vida de un equipo

- Registro único de toda actividad sobre cada equipo
- A cada ingreso, por cualquier motivo, se le llama "caso"
- Contiene la información relevante sobre el mismo
- Vale en tanto sea un registro continuo y sistemático
- El DHR permite conocer la historia completa de cada equipo
- Documentar es parte ineludible de toda intervención
- Además es la fuente de datos para la estadística de ST

Está en el CMMS. El conjunto de datos de todos los equipos individuales y su análisis e interrelación, brindan una visión global de los equipos y del Servicio.

Datos mínimos del registro de un caso

- *No. serie. Tipo de equipo y Modelo*
- *Cliente y/o sector:* Quien solicita acción técn. / área
- *Motivo del llamado*
- *Clasificación primaria del caso:*
 - Malfuncionamiento de HW o de SW,
 - Solicitud de información
 - Actividad iniciada por cliente o por el ST
- *Tipo de caso:* Telefónico – Visita – Taller - Otro
- *Actividad de Servicio:* (códigos SAG y SAC)
se refieren a: Service Activity Group y Service Activity Code
- *Descripción del problema* (FCS) en los casos de MC
se refiere a: Función afectada, Causa y Solución
- *Fecha* de la actividad
- *horas de inicio y fin* de la actividad

- *tiempo de traslados* (ida, vuelta y estacionamiento)
- *Persona actuante:* Ing. / Téc. / Aplic. / SW
- *En llamados por problemas* ("reclamo" o "queja") además:
 - lo que dijo el cliente: descripción textual
 - lo que se hizo: descripción textual completa
 - cómo quedó el equipo al finalizar
 - partes reemplazadas (nombre y P/N)
 - parte/s causante/s del problema
 - Pruebas hechas para confirmar buen funcionamiento

Registrar es parte indivisible de cada actividad
Toma un tiempo mucho menor que las acciones.
Aviso: Genera resistencia inicial en el personal!

Ejemplo de un CMMS real. Distintas páginas:

[P1](#) [P2](#) [P3](#) [P4](#) [P5](#) [P6](#)

Los archivos correspondientes son: [Prisma pantalla n.docx](#)

Ejemplo DHR básico en Access DHR Min en [Access](#)

El enlace llama a los archivos: **DHR minimo** en [Access.accdb](#)

Códigos de actividades

SAG y SAC (Service Activity Groups & Codes)

- **SAG:** Grupos de Actividades de Servicio
Ej: Instalación, Mant. Preventivo, Mant. Correctivo, Taller, etc.
- **SAC:** Código y nombre para cada actividad de Serv.
Ej: P3 Asist. en MP o T4 Reparación de HW periférico
- Vamos a planilla Excel "[SAG-SAC](#)" y [planilla de detalles](#)
Los archivos correspondientes son: [SAG-SAC.xlsx](#) y [Tablas de códigos Actividades de Servicio para NIB.doc](#)

SAC prim. vs secund. – Juegos de tareas y de tiempos

Primarios: se usan en MTBx y en MTTx. Secundarios: solo de usan para MTTX.

Equipo activo

Equipo instalado, hubo acciones de ST en los últimos (ej.) 2 años y no fue desinstalado.

Códigos de descripción del problema (FCS)

- Son de 3 tipos a aplicar en cada caso de **MC**:
 - FUNCIÓN AFECTADA
 - CAUSA
 - SOLUCIÓN
- Ejemplo para ST de Instr. de Lab. Clínico: [Tabla](#) ej.
- Se crea la cantidad necesaria dentro de cada tipo, para cubrir las situaciones que se dan en los EBM que asiste nuestro ST. Las que ocurren más de una vez.

El archivo invocado en Tabla es: [Tablas de códigos descripción de problema para NIB.doc](#)

2. Estadísticas de Servicio Técnico

Se hacen para evaluar:

- Calidad y desempeño del Servicio Técnico
- Calidad y desempeño de los Equipos
- Costos del Servicio

La información de origen surge de:

- los datos de cada intervención (DHR) ingresados al CMMS
las bases de datos asociadas al CMMS
- de encuestas periódicas a clientes

En empresas internacionales hay estad. **locales** y **globales**

Vea el documento anexo: [Parámetros estadísticos en Servicio Técnico. doc](#)

Se puede obtener información sobre:

- Calidad de Instrumentos y Productos
- Desempeño del Servicio y del personal que lo realiza
- Calidad de la documentación (del DHR)
- Costos de Servicio
- Base activa de equipos
- Consumo y Stock de Repuestos
- Satisfacción del cliente (de encuesta propia o externa)

Cuatro aspectos básicos de relevancia práctica cuando se trabaja con estadística en general:

- “Garbage in garbage out” (si entra basura sale basura)
La calidad de los resultados, en el mejor caso, será tan buena como la calidad de los datos de entrada.
- El registro y la estadística sirven si son sistemáticos.
- La confiabilidad de los resultados mejora con el “n”.
- Al hacer búsquedas o consultas hay que ser muy cuidadoso al especificar los criterios.

Grandes grupos de cálculos básicos:

MTBx (**M**ean **T**ime **B**etween actividad x) ej.: *MTBRV*

MTTx o **MTFx** (Mean Time To o For actividad x)
ej.: *MTTI* (tiempo medio para instalar un equipo)

MTBx usan solo cód. primarios. Ej. MP, MC, Instal.

- **MTTx** usan los códigos, primarios y secundarios.
Ej. MP + Asistiendo a otro en MP + cont. de MP

1rio

2ario

2ario

PFR (Phone Fix Ratio)

Tiempos y Costos de Servicio

MTBx

- **MTBRV** (Tiempo medio entre visitas de Reparación)
- $MTBRV \text{ en días} = \frac{\text{cantidad de equipos P activos en el mes}}{\text{cantidad de visitas de reparación en el mes (S1)}} \times 30$

S1 agrupa los SAC primarios de Reparación (Emcy y Non Emcy)

De eq., modelo, línea o conjunto. En un período definido (1 mes)
Si el período es 1 año, el multiplicador a usar es 365.

Es un *indicador de incidencia de fallo*.

Ejemplo 1: Tenemos bajo Servicio 60 monitores marca **Pepe**. Este mes tuvimos que reparar 4 de ellos.

$$\text{MTBRV} = (60/4) \times 30 = 450$$

Esto significa que cada monitor, estadísticamente, requiere una reparación cada 450 días. O que “se rompe” cada 450 días.

Ejemplo 2: Tenemos bajo Servicio 25 cunas térm. marca Cunita. Este mes reparamos 18.

$$\text{MTBRV} = (25/18) \times 30 = 41$$

Es decir que cada cuna, estadísticamente, trabaja 1 mes y 11 días antes de requerir una reparación. Muy mala!!

Ejemplo 3: Tenemos bajo nuestro Servicio 780 equipos en total. Este año tuvimos que hacer 150 M.Correctivos.

$$\text{MTBRV} = (780/150) \times 365 = 1898$$

Es decir que a c/equipo del conjunto, promedialmente le hicimos un MC cada 1898 días, o sea cada 5.2 años.

El **MTBRV** habla de la calidad de los equipos nuevos, o del estado en que están tras cierto tiempo, y es también afectado por la calidad con que son atendidos técnicamente.

Comparando los MTBx locales contra los Globales: $\frac{MTBx \text{ global}}{MTBx \text{ local}}$

evaluamos el desempeño de nuestro Servicio contra uno de referencia.

Por ej. El MTBRV de mi ST con los respiradores Puritan Bennett 840 es 375 días. Reparo cada unidad cada 375 días.

Sin embargo, Puritan Bennett nos indica que en el mundo, el indicador es de 570 días.

$$\frac{570}{375} = 1.52$$

Eso significa que mi ST está teniendo que ir a reparar los PB-840 un 52% más frecuentemente que la media. Algo no está bien. Las causas pueden ser muchas. Hay que analizar. Equipos viejos? Operadores que no lo conocen bien? Falta de MP de usuario? O MP técnico? ST insufic. capacitado?

Otros ejemplos de MTBx (Tiempo medio entre) :

- **MTBMV** (entre visitas de Mantenimiento Preventivo)
- **MTBAV** (entre visitas de Aplicaciones)
- **MTBCT** (entre Capacitaciones a Operadores)
- **MTBWR** (entre Reparaciones en Taller)

Ejemplo de Estadísticas [globales](#)

El archivo al que el enlace hace referencia es: [GCS_TPM Report c311 Q2_2014.pdf](#)

MTTx / MTFx ejemplo con Visitas de Reparación

- *MTFRV en hs =*

$$\frac{\text{tiempo para todas las Visitas de Reparación (S2 en hs) en el año}}{\text{cantidad de Visitas de Reparación (S1 en hs) en el año}}$$

S2 agrupa todos los SAC de Reparación, primarios y secundarios

De un equipo, de un modelo, en un período definido

El MTFR individual comparado contra los de un grupo mayor de referencia es un *indicador de eficiencia de quien repara*.

También considerado para el total de reparaciones

Ejemplo 1: Este año tuvimos que dedicar 120 horas a hacer MP de los monitores Pepe (son 60).

MTTPM = $(120/60) = 2$ hs = nos toma 2:00 hacer el MP a cada uno.

Ejemplo 2: En 2020 nuestra empresa instaló 6 tomógrafos “Super image” y dedicamos para ello 960 hs.

MTTI = $(960/6) = 160$ hs = 2 semanas cada instal. (o una semana de dos personas)

De aquí en adelante, para nuestra planificación del tiempo, debemos estimar que cada instalación de estos tomógrafos tomará 2 semanas.

Los **MTTx** simplemente expresan el tiempo medio que insume una actividad. Depende de la cantidad de cosas a hacer en dicha tarea y de la capacitación y experiencia de quienes la realizan. Se usan sobre todo para estimar costos (cada hora es \$) y para planificar requerimientos de MdO (mano de obra).

Otros ejemplos son:

- **MTFAV** (para hacer Visitas de Aplicaciones)
- **MTTM** (para hacer Mant. Preventivo)
- **MTTI** (para Instalar) = **MTFI**
- **MTFCT** (para Capacitación de Operadores)
- **MTFRT** (para Reparar en taller)
- **MTFMod** (implementar Modificaciones específicas)

3. PFR (Phone Fix Ratio) % de Repar. telefónicas)

$$\frac{\text{Reparaciones telefónicas (S25)}}{\text{visitas despachadas (S18) + Reparaciones telefónicas (S25)}}$$

S25 agrupa todos los SAC de Call Center que no cambiaron a idas.

Indica la efectividad del apoyo telefónico.

Aspecto clave para aumentar eficiencia y reducir costos.

4. Horas y Costos por modelo de equipo:

Es importante calcularlos anualmente.

- **Hs** trabajo por modelo de equipo:

$$\frac{\text{suma de horas de trabajo (en un modelo, en un período)}}{\text{cantidad promedio de equipos (de ese modelo en el período)}}$$

- **Costo de partes** por modelo de equipo:

$$\frac{\text{suma de costo de partes (para un modelo, en un período)}}{\text{cantidad promedio de equipos (de ese modelo en el período)}}$$

- **Costo de trabajo** por modelo de equipo:

$$\frac{\text{suma de horas} \cdot \text{costo/hr (para un modelo, en un período)}}{\text{cantidad promedio de equipos (de ese modelo en el período)}}$$

- **Costo de Servicio** por modelo de equipo:

$$\frac{(\text{suma de horas} \cdot \text{costo/hr}) + \text{suma de costos de partes (en un período)}}{\text{cantidad promedio de equipos (de ese modelo en el período)}}$$

Toma de decisiones en ST a partir de estadísticas

A partir de los distintos parámetros estadísticos:

- Permite conocer datos específicos (veremos ej.)
- Tener un panorama claro del Servicio Técnico
- Detectar e identificar situaciones a corregir
- Detectar oportunidades de mejora
- Tomar decisiones sobre una cantidad de aspectos

Ejemplos de informaciones interesantes que podemos obtener de los datos del CMMS (o de un conjunto de tablas en Excel o Access haciendo las fórmulas, en vez del CMMS).

- ¿Cuál fue el último MP al equipo? Cuándo toca el próx?
- ¿Cuántos equipos hay de cierto modelo o línea?
- ¿En qué clientes están? ¿Cuál es el monitor en BQ-b?
- ¿Cuántos instalamos en el año Z? y en años X, Y, W?
- ¿Cuándo se le cambió el repuesto X a equipo Y?
- ¿Cuánto le duró la lámpara al equipo individual X?
- ¿Cuántos casos entrados por línea X en período Y?
- ¿Cuál es la fecha de instalación de tal equipo?

- ¿Qué repuestos del equipo X se consum. en período B?
- ¿Cuál es el Top N de repuestos más utilizados x línea?
- ¿En qué lugar del stock está el repuesto X?
- ¿Hay repuesto X en stock? Cuántos hay?
- ¿Cuánto se gastó en repuestos en año 2014?
- ¿Y por equipo individual? ¿Y por línea?
- ¿Cuáles es el Top 10 equipos problema?
- ¿Cuáles es el Top 10 clientes problema? p/t y p/\$
- ¿Cuál es la demanda de Servicio del cli X p/equipo Y
- Definir / justificar el retiro de equipo

- Definir re-capacitación a Operadores
- ¿Cuándo se entrenó al cliente X en el equipo Y
- ¿Cuántas horas se le dedicaron?
- ¿Cuál es la eficiencia de Ing/Téc X en línea Y?
- ¿Cuáles Ing/Téc que requieren capacitación?
- ¿En qué líneas?
- ¿Cuál es la relación entre costo de horas / costo de partes del Ing. X?
- ¿Cuántos casos de Reparación atendió el Ing. X?
- ¿Y de MP del equipo S? y cuántos hechos por RT?
- Planificar carga de trabajo y poder asumir, planificar y adjudicar tareas (MTTI, SE, MTTM)

KPIs (Key Performance Indicators)

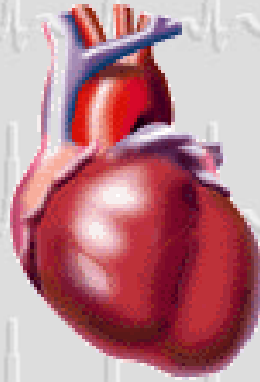
Def.: Son métricas o relaciones entre datos que se consideran claves para medir desempeños

- Deben ser pocos y significativos. Control periódico
- Son comparados con los de ST paralelos
- Pueden compararse con el mismo KPI nuestro, previo, para evaluar la evolución en el tiempo.

Ejemplos:

- Calidad de la Documentación (DHR)
- Costo anual de Servicio
- Demanda de trabajo por persona





Muchas gracias por su atención !