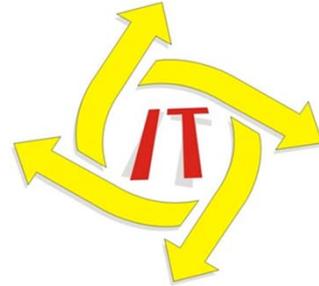


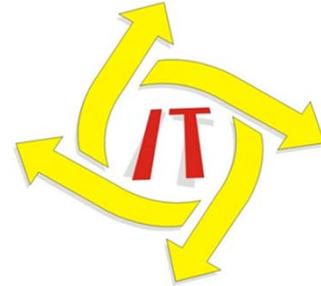
Origen, evolución y futuro del mantenimiento industrial

Un Mundo Perfecto

- En un mundo perfecto todos nuestros aparatos, dispositivos, vehículos, equipos y nuestro cuerpo funcionarían a la perfección. No fallarían.
- Desafortunadamente en nuestro mundo real todo **falla** tarde o temprano debido a diversas causas.



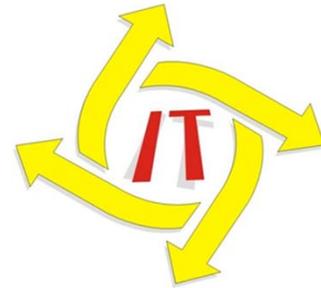
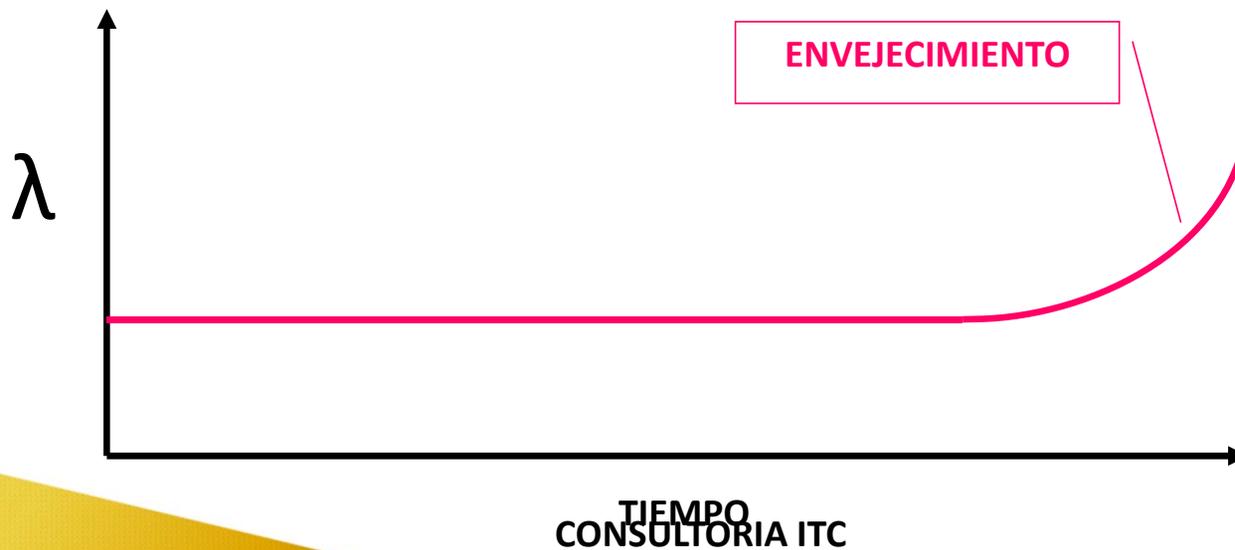
Las fallas el enemigo a vencer



- Una falla se puede definir como el momento cuando cualquier; aparato , dispositivo, equipo o sistema deja de cumplir con la función para la cual fue diseñado.
- Para tener continuidad de funcionamiento se tienen 3 opciones; eliminar la causa de la falla, reducir la frecuencia de ocurrencia o mitigar las consecuencias.
- Para vencer a este enemigo necesitamos conocerlo.

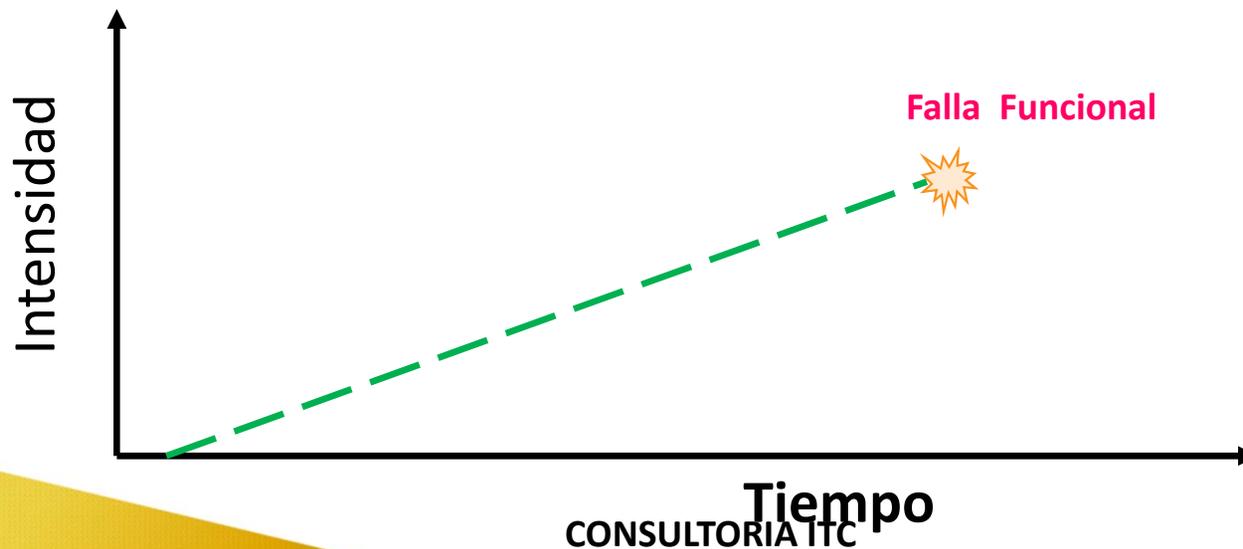
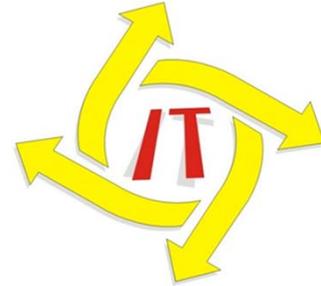
Fallas tipo I

- El componente experimenta envejecimiento operacional. (hrs., kms, RPMs, etc.)
- La probabilidad de falla varía con respecto a tiempo.
- Gráfico característico del envejecimiento.
- Ejemplos: rodamientos, llantas, rotores, motores.

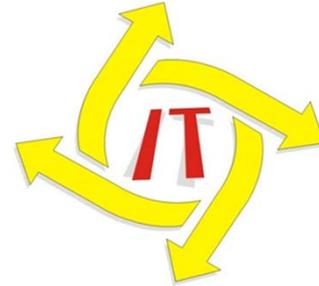


Fallas tipo II

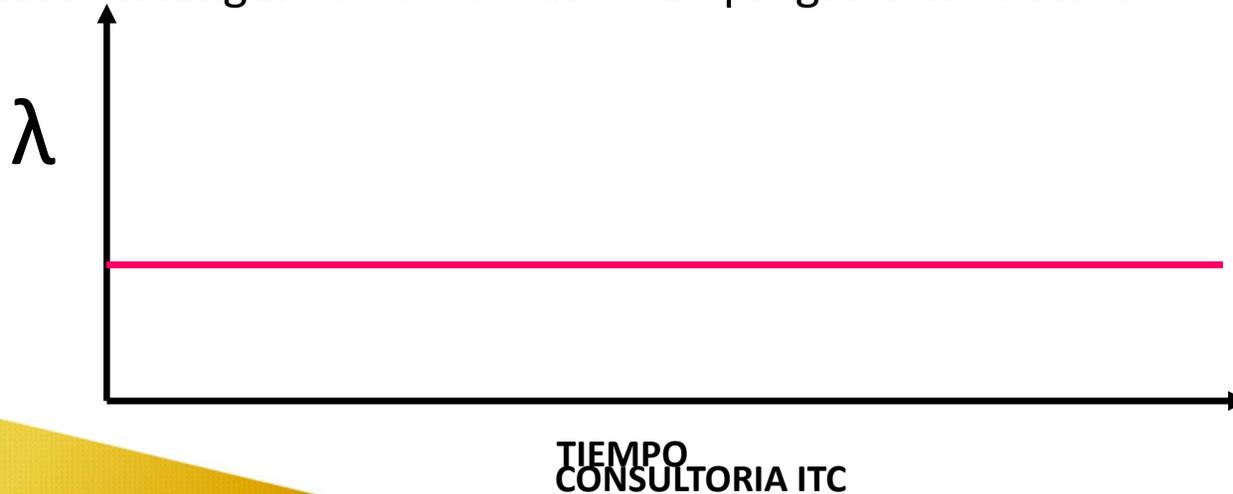
- El componente puede o no experimentar envejecimiento operacional.
- Pero la falla desde su inicio hasta su manifestación catastrófica exhibe síntomas o señales de que esta progresando. (vibración, temperatura, ruido, etc.).
- Ejemplos: rodamientos, motores, aislamientos, recipientes.



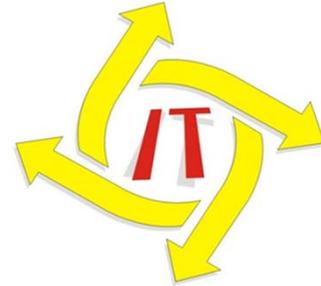
Fallas tipo III



- Los componentes no experimentan envejecimiento operacional.
- Son Aleatorias. No se pueden pronosticar.
- Existe la misma probabilidad condicional de falla en cualquier momento. Ejemplos; focos, componentes electrónicos, sensores, PLC's.
- El componente nuevo tan bueno como el viejo.
- No exhiben ningún síntoma o aviso de progresión de falla.

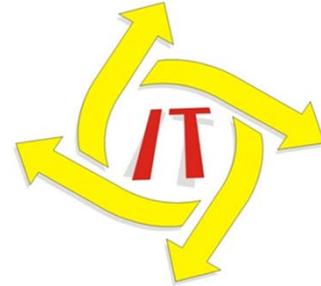


Fallas tipo IV y V



- Falla oculta (Tipo IV): cuando ocurre, en condiciones normales, no causa efectos que hagan evidente a los operadores que ha ocurrido. Ej. Una válvula de seguridad pegada en una caldera, un interruptor de alta temperatura.
- Una falla múltiple (tipo V) se ocasiona cuando un sistema protegido falla y los dispositivos de protección están en estado de falla oculta (no operativo), propiciando la probabilidad de ocurrencia de una falla en cadena con consecuencias desastrosas.

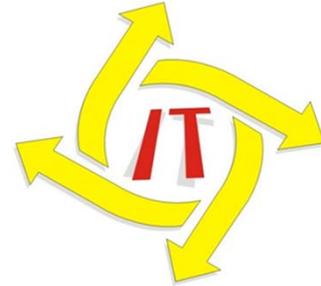
Administración de las fallas



- El **mantenimiento** es la administración de las fallas de cualquier activo con el propósito de evitar que ocurran durante la operación o para mitigar las consecuencias.
- Sí las fallas se administran al momento y después de que ocurren se cae en el mantenimiento reactivo.
- Sí las fallas se administran antes de que ocurran durante la operación se considera mantenimiento proactivo.

Mantenimiento “Reactivo”

- Se reacciona a las fallas que ocurren durante la operación y causan tiempos muertos.
- Cuando ocurre la falla se interviene el equipo
- **Años 1800-2017**



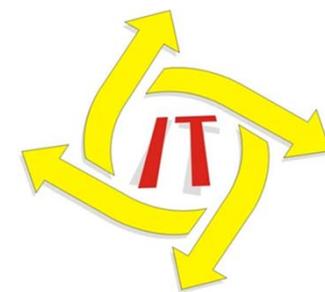
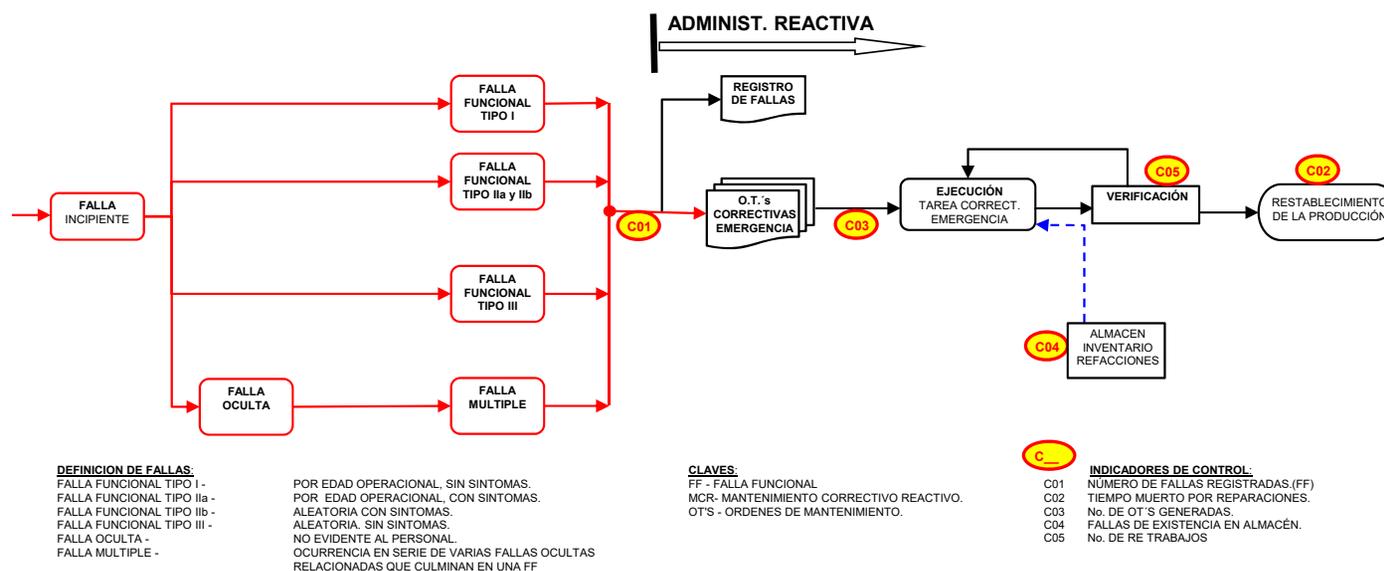
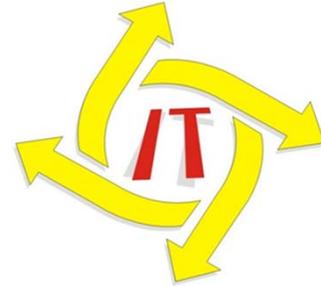


DIAGRAMA DE EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

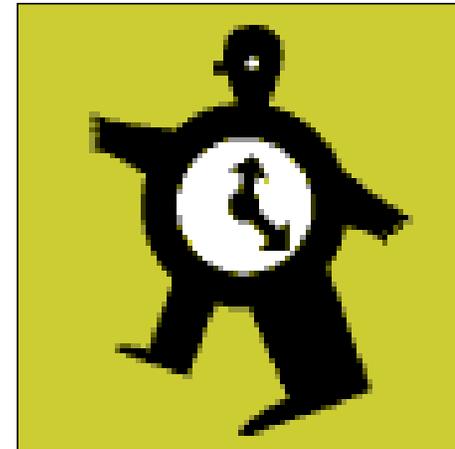
ETAPA DEL MANTENIMIENTO REACTIVO



Mantenimiento “Preventivo”



- Basado en **tiempo** transcurrido de operación. (hrs., kms, RPMs)
- Inspecciones, servicios y reparaciones mayores (overhauls) programados.
- Cambios programados de partes.
- Años 1930 - 2017



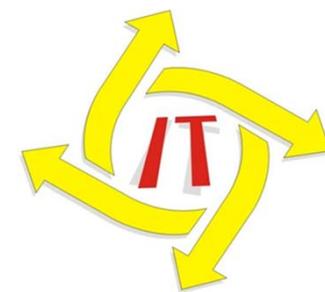
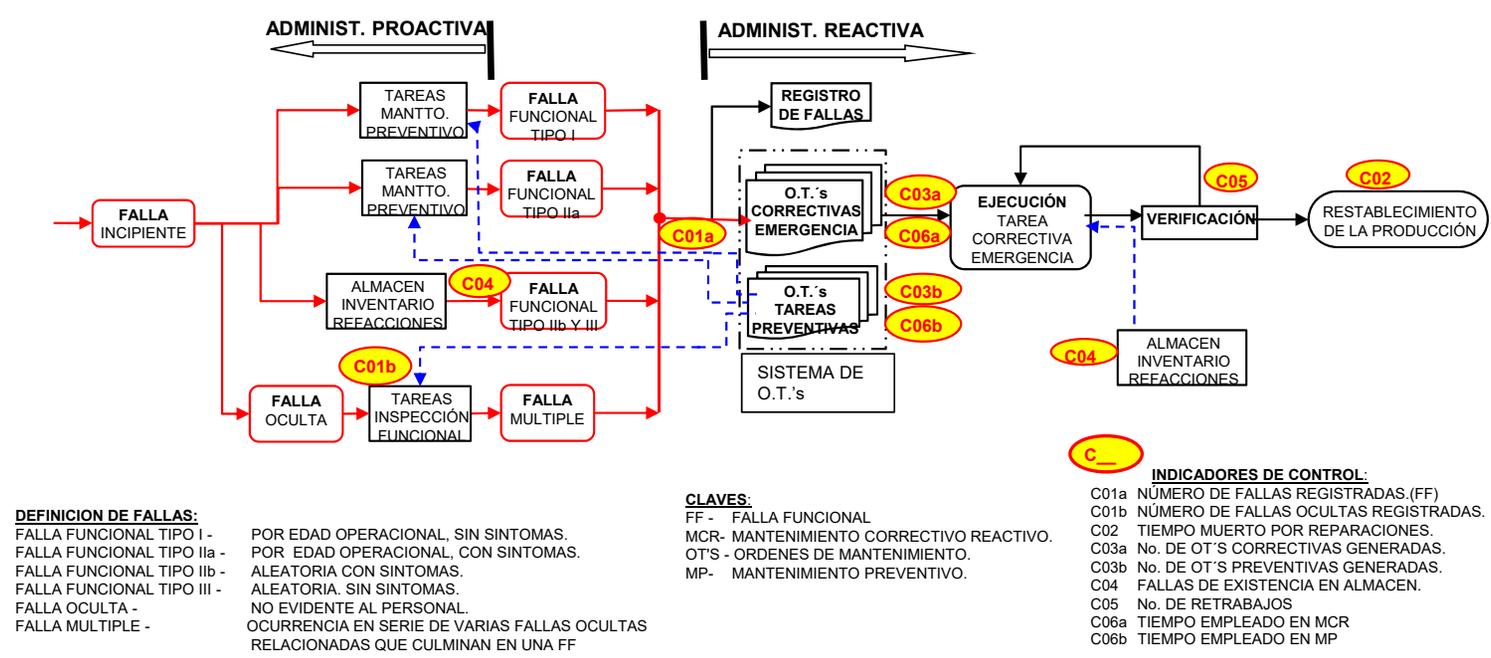


DIAGRAMA DE EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

ETAPA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO



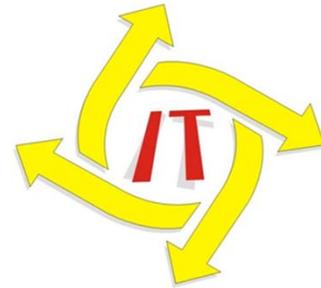
DEFINICION DE FALLAS:
 FALLA FUNCIONAL TIPO I - POR EDAD OPERACIONAL, SIN SINTOMAS.
 FALLA FUNCIONAL TIPO IIa - POR EDAD OPERACIONAL, CON SINTOMAS.
 FALLA FUNCIONAL TIPO IIb - ALEATORIA CON SINTOMAS.
 FALLA FUNCIONAL TIPO III - ALEATORIA, SIN SINTOMAS.
 FALLA OCULTA - NO EVIDENTE AL PERSONAL.
 FALLA MULTIPLE - OCURRENCIA EN SERIE DE VARIAS FALLAS OCULTAS RELACIONADAS QUE CULMINAN EN UNA FF

CLAVES:
 FF - FALLA FUNCIONAL
 MCR - MANTENIMIENTO CORRECTIVO REACTIVO.
 OT'S - ORDENES DE MANTENIMIENTO.
 MP - MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

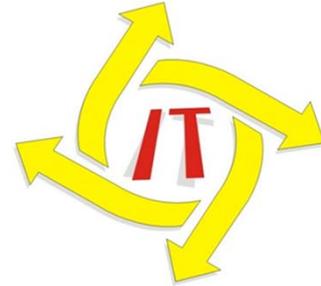
INDICADORES DE CONTROL:
 C01a NÚMERO DE FALLAS REGISTRADAS.(FF)
 C01b NÚMERO DE FALLAS OCULTAS REGISTRADAS.
 C02 TIEMPO MUERTO POR REPARACIONES.
 C03a No. DE OT'S CORRECTIVAS GENERADAS.
 C03b No. DE OT'S PREVENTIVAS GENERADAS.
 C04 FALLAS DE EXISTENCIA EN ALMACEN.
 C05 No. DE RETRAJOS
 C06a TIEMPO EMPLEADO EN MCR
 C06b TIEMPO EMPLEADO EN MP

Mantenimiento Predictivo/ Basado en condición

- Se detectan fallas incipientes en maquinaria y equipo, y permite que se programen acciones correctivas para evitar fallas funcionales durante operación y tiempos muertos
- Se programan acciones correctivas cuando la condición lo amerita.
- 1976-2017.



Mantenimiento Basado en Condición



- FILOSOFIA: Programar mantenimientos correctivos planeados cuando la condición o salud del equipo o de la maquinaria lo amerite.
- Mantenimiento basado en la Condición.

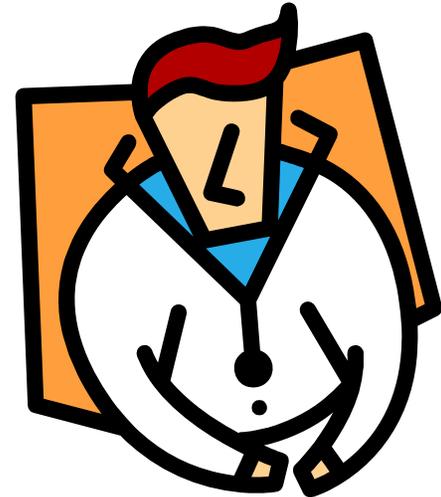
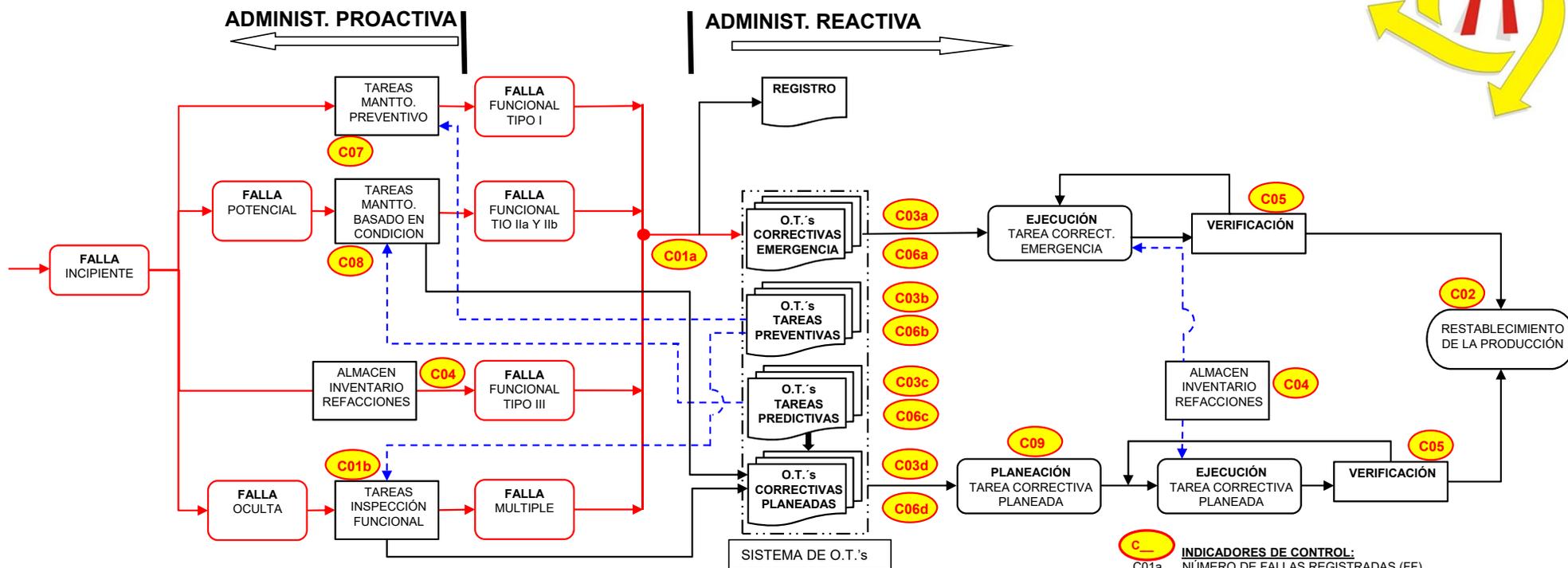
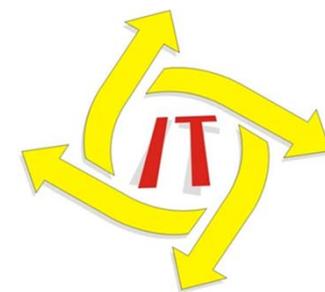


DIAGRAMA DE EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

ETAPA DEL MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICION CON PLANEACIÓN



DEFINICION DE FALLAS:

- FALLA FUNCIONAL TIPO I -
- FALLA FUNCIONAL TIPO IIa -
- FALLA FUNCIONAL TIPO IIb -
- FALLA FUNCIONAL TIPO III -
- FALLA OCULTA -
- FALLA MULTIPLE -

- POR EDAD OPERACIONAL, SIN SINTOMAS.
- POR EDAD OPERACIONAL, CON SINTOMAS.
- ALEATORIA CON SINTOMAS.
- ALEATORIA. SIN SINTOMAS.
- NO EVIDENTE AL PERSONAL.
- OCURRENCIA EN SERIE DE VARIAS FALLAS OCULTAS
- RELACIONADAS QUE CULMINAN EN UNA FF

CLAVES:

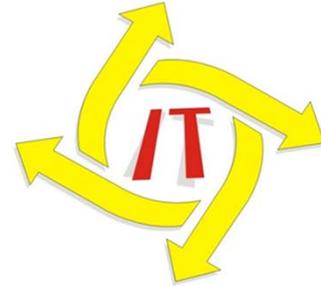
- FF - FALLA FUNCIONAL
- FP - FALLA POTENCIAL
- MCR- MANTENIMIENTO CORRECTIVO REACTIVO.
- OT'S - ORDENES DE MANTENIMIENTO.
- MP- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
- MBC- MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICION.
- MCP- MANTENIMIENTO CORRECTIVO PLANEADO

C

INDICADORES DE CONTROL:

- C01a NÚMERO DE FALLAS REGISTRADAS.(FF)
- C01b NÚMERO DE FALLAS OCULTAS REGISTRADAS.
- C02 TIEMPO MUERTO POR REPARACIONES.
- C03a No. DE OT'S CORRECTIVAS GENERADAS.
- C03b No. DE OT'S PREVENTIVAS GENERADAS.
- C03c No. DE OT'S DE MBC GENERADAS.
- C03d No. DE OT'S DE MCP GENERADAS.
- C04 FALLAS DE EXISTENCIA EN ALMACEN.
- C05 No. DE RETRABAJOS
- C06a TIEMPO EMPLEADO EN MCR
- C06b TIEMPO EMPLEADO EN MP
- C06c TIEMPO EMPLEADO EN MBC
- C06d TIEMPO EMPLEADO EN MCP
- C07 CUMPLIMIENTO DEL MP
- C08 CUMPLIMIENTO DEL MBC
- C09 CUMPLIMIENTO DE P y P

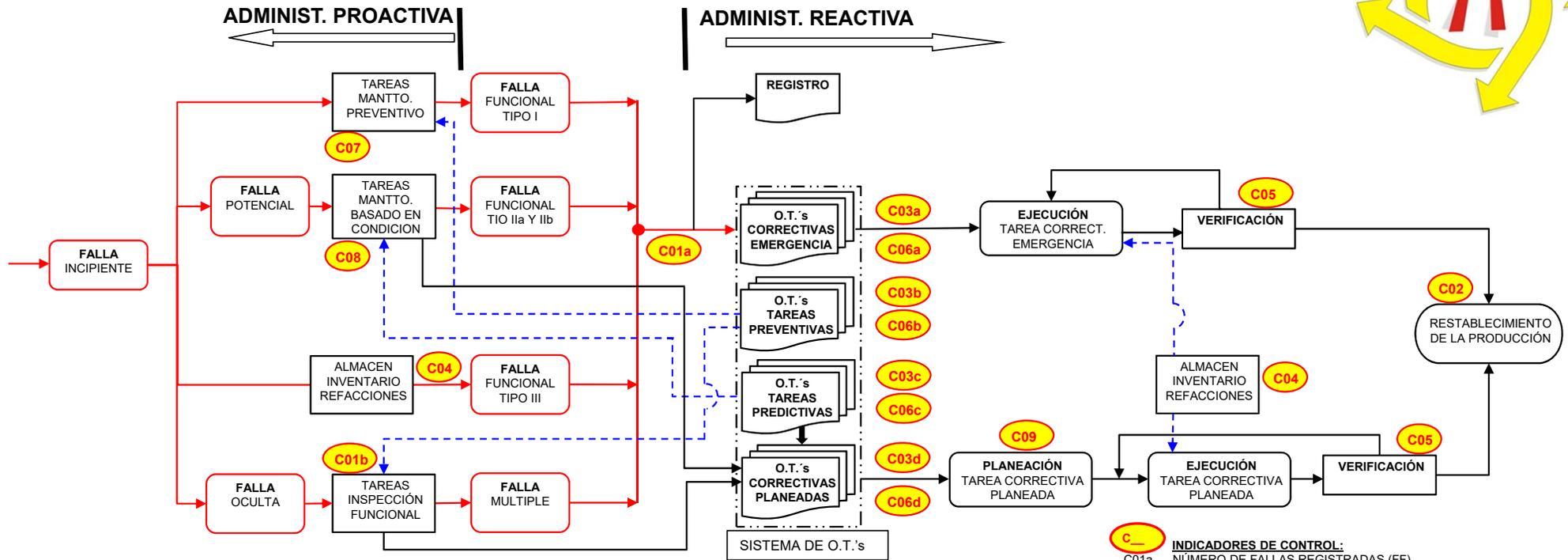
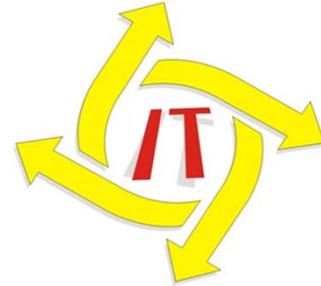
Mantenimiento planeado



- Son las tareas o trabajos de mantenimiento que son programados con un mínimo de 6 días de anticipación y cuentan con un plan de acción que incluye:
 1. Estimación de recursos ; mano de obra, materiales, herramientas.
 2. Procedimientos y estándares para la ejecución.
 3. Toda la información técnica del equipo
 4. Un marco de tiempo determinado para cada actividad.

DIAGRAMA DE EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

ETAPA DEL MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICION CON PLANEACIÓN



DEFINICION DE FALLAS:

FALLA FUNCIONAL TIPO I -
 FALLA FUNCIONAL TIPO IIa -
 FALLA FUNCIONAL TIPO IIb -
 FALLA FUNCIONAL TIPO III -
 FALLA OCULTA -
 FALLA MULTIPLE -

POR EDAD OPERACIONAL, SIN SINTOMAS.
 POR EDAD OPERACIONAL, CON SINTOMAS.
 ALEATORIA CON SINTOMAS.
 ALEATORIA, SIN SINTOMAS.
 NO EVIDENTE AL PERSONAL.
 OCURRENCIA EN SERIE DE VARIAS FALLAS OCULTAS
 RELACIONADAS QUE CULMINAN EN UNA FF

CLAVES:

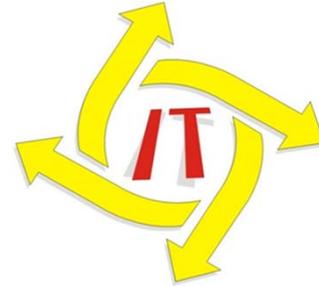
FF - FALLA FUNCIONAL
 FP - FALLA POTENCIAL
 MCR- MANTENIMIENTO CORRECTIVO REACTIVO.
 OT'S - ORDENES DE MANTENIMIENTO.
 MP- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
 MBC- MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICION.
 MCP- MANTENIMIENTO CORRECTIVO PLANEADO

C

INDICADORES DE CONTROL:

- C01a NÚMERO DE FALLAS REGISTRADAS.(FF)
- C01b NÚMERO DE FALLAS OCULTAS REGISTRADAS.
- C02 TIEMPO MUERTO POR REPARACIONES.
- C03a No. DE OT'S CORRECTIVAS GENERADAS.
- C03b No. DE OT'S PREVENTIVAS GENERADAS.
- C03c No. DE OT'S DE MBC GENERADAS.
- C03d No. DE OT'S DE MCP GENERADAS.
- C04 FALLAS DE EXISTENCIA EN ALMACEN.
- C05 No. DE RETRABAJOS
- C06a TIEMPO EMPLEADO EN MCR
- C06b TIEMPO EMPLEADO EN MP
- C06c TIEMPO EMPLEADO EN MBC
- C06d TIEMPO EMPLEADO EN MCP
- C07 CUMPLIMIENTO DEL MP
- C08 CUMPLIMIENTO DEL MBC
- C09 CUMPLIMIENTO DE P y P

Ingeniería de Confiabilidad aplicada al mantenimiento.

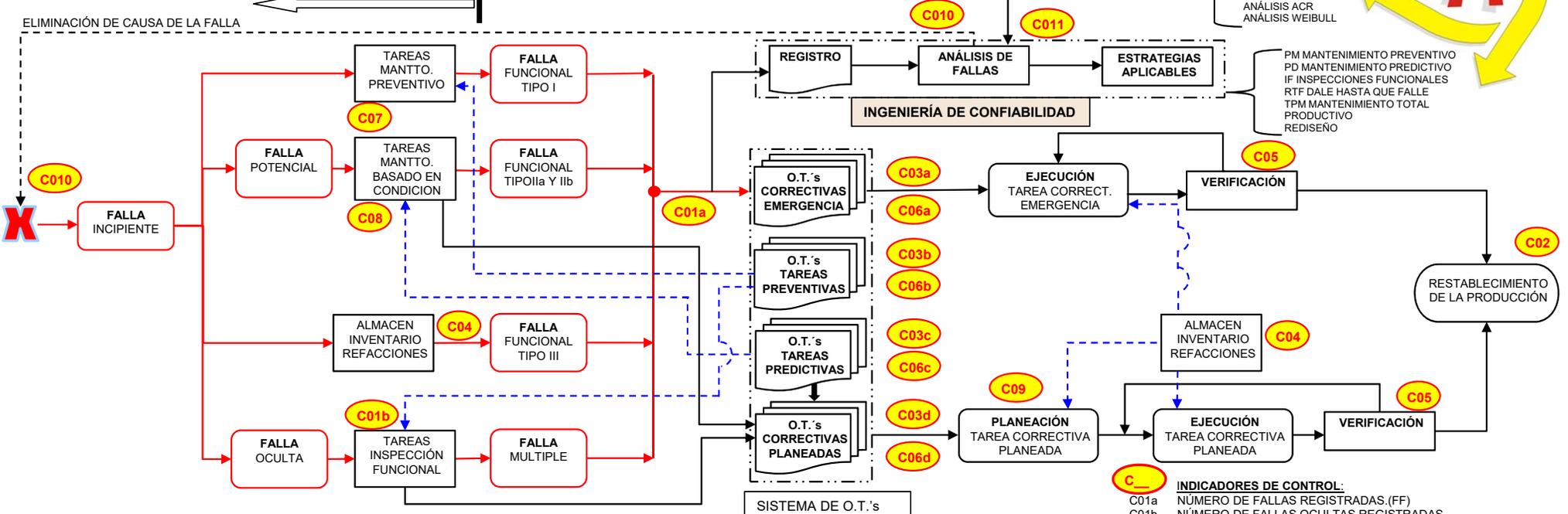


- En esta etapa del mantenimiento se desarrollan u optimizan los planes de mantenimiento para el equipo dinámico (rotativo) y térmico, mediante diferentes metodologías. (RCM, AC, ACR)
- En esta etapa del mantenimiento se desarrollan u optimizan los planes de inspección para el equipo estático (tanques, recipientes a presión, cambiadores de calor, tuberías ductos, etc.) mediante análisis IBR Inspección basada en riesgo.
- En esta etapa del mantenimiento se desarrollan Análisis Causa Raíz para eliminar o mitigar las consecuencias de fallas esporádicas de alto impacto y fallas crónicas recurrentes.

DIAGRAMA DE EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

ETAPA DEL MANTENIMIENTO CON INGENIERÍA DE CONFIABILIDAD

ADMINIST. PROACTIVA



DEFINICION DE FALLAS:

- FALLA FUNCIONAL TIPO I -
- FALLA FUNCIONAL TIPO IIa -
- FALLA FUNCIONAL TIPO IIb -
- FALLA FUNCIONAL TIPO III -
- FALLA OCULTA -
- FALLA MULTIPLE -

- POR EDAD OPERACIONAL, SIN SINTOMAS.
- POR EDAD OPERACIONAL, CON SINTOMAS.
- ALEATORIA CON SINTOMAS.
- ALEATORIA, SIN SINTOMAS.
- NO EVIDENTE AL PERSONAL.
- OCURRENCIA EN SERIE DE VARIAS FALLAS OCULTAS
- RELACIONADAS QUE CULMINAN EN UNA FF

CLAVES:

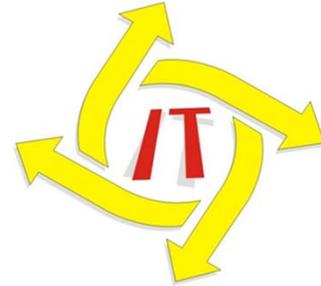
- FF - FALLA FUNCIONAL
- FP - FALLA POTENCIAL
- MCR- MANTENIMIENTO CORRECTIVO REACTIVO.
- OT'S - ORDENES DE MANTENIMIENTO.
- MP- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
- MBC- MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICION.
- MCP- MANTENIMIENTO CORRECTIVO PLANEADO
- P y P- PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

INDICADORES DE CONTROL:

- C01a NÚMERO DE FALLAS REGISTRADAS.(FF)
- C01b NÚMERO DE FALLAS OCULTAS REGISTRADAS.
- C02 TIEMPO MUERTO POR REPARACIONES.
- C03a No. DE OT'S CORRECTIVAS GENERADAS.
- C03b No. DE OT'S PREVENTIVAS GENERADAS.
- C03c No. DE OT'S DE MBC GENERADAS.
- C03d No. DE OT'S DE MCP GENERADAS.
- C04 FALLAS DE EXISTENCIA EN ALMACEN.
- C05 No. DE RETRABAJOS
- C06a TIEMPO EMPLEADO EN MCR
- C06b TIEMPO EMPLEADO EN MP
- C06c TIEMPO EMPLEADO EN MBC
- C06d TIEMPO EMPLEADO EN MCP
- C07 CUMPLIMIENTO DEL MP
- C08 CUMPLIMIENTO DEL MBC
- C09 CUMPLIMIENTO DE P y P
- C10 No. FALLAS ELIMINADAS
- C11 MTBF, MTRR, IPNP

CMMS

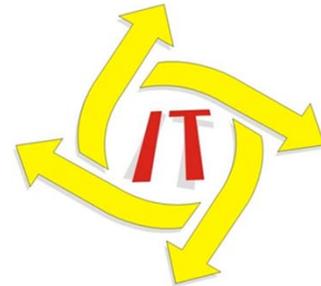
Computer Maintenance Management System



- Sistema de Administración de Mantenimiento por Computadora.
- Es un programa de archivo y base de datos computarizado enfocado al mantenimiento .
- Calcula indicadores, KPI's.
- PM-SAP, MAXIMO, IMPOWER, etc



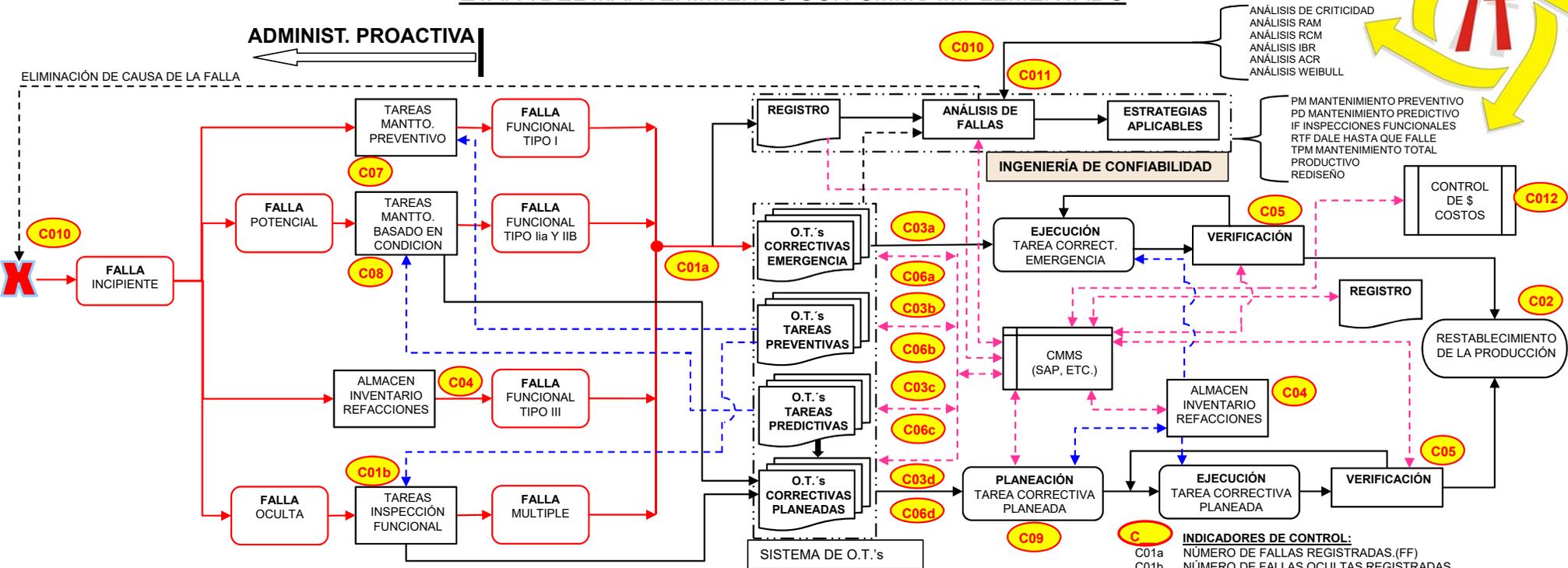
Funciones básicas de un CMMS



- Almacenar datos básicos de los equipos.
- Registrar fallas.
- Creación, Planeación, organización y control de ordenes de trabajo.
- Organizar estructuras jerárquicas de equipos.
- Programar trabajos de mantenimiento.
- Registrar resultados de reparaciones.
- Generar reportes y resúmenes.
- Documentar procedimientos.
- Registro y control de costos de mantenimiento.
- Gestionar materiales y refacciones.
- Calculo de indicadores.

DIAGRAMA DE EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

ETAPA DEL MANTENIMIENTO CON CMMS IMPLEMENTADO



DEFINICION DE FALLAS:

- FALLA FUNCIONAL TIPO I -
- FALLA FUNCIONAL TIPO IIa -
- FALLA FUNCIONAL TIPO IIb -
- FALLA FUNCIONAL TIPO III -
- FALLA OCULTA -
- FALLA MULTIPLE -

- POR EDAD OPERACIONAL, SIN SINTOMAS.
- POR EDAD OPERACIONAL, CON SINTOMAS.
- ALEATORIA CON SINTOMAS.
- ALEATORIA, SIN SINTOMAS.
- NO EVIDENTE AL PERSONAL.
- OCURRENCIA EN SERIE DE VARIAS FALLAS OCULTAS RELACIONADAS QUE CULMINAN EN UNA FF

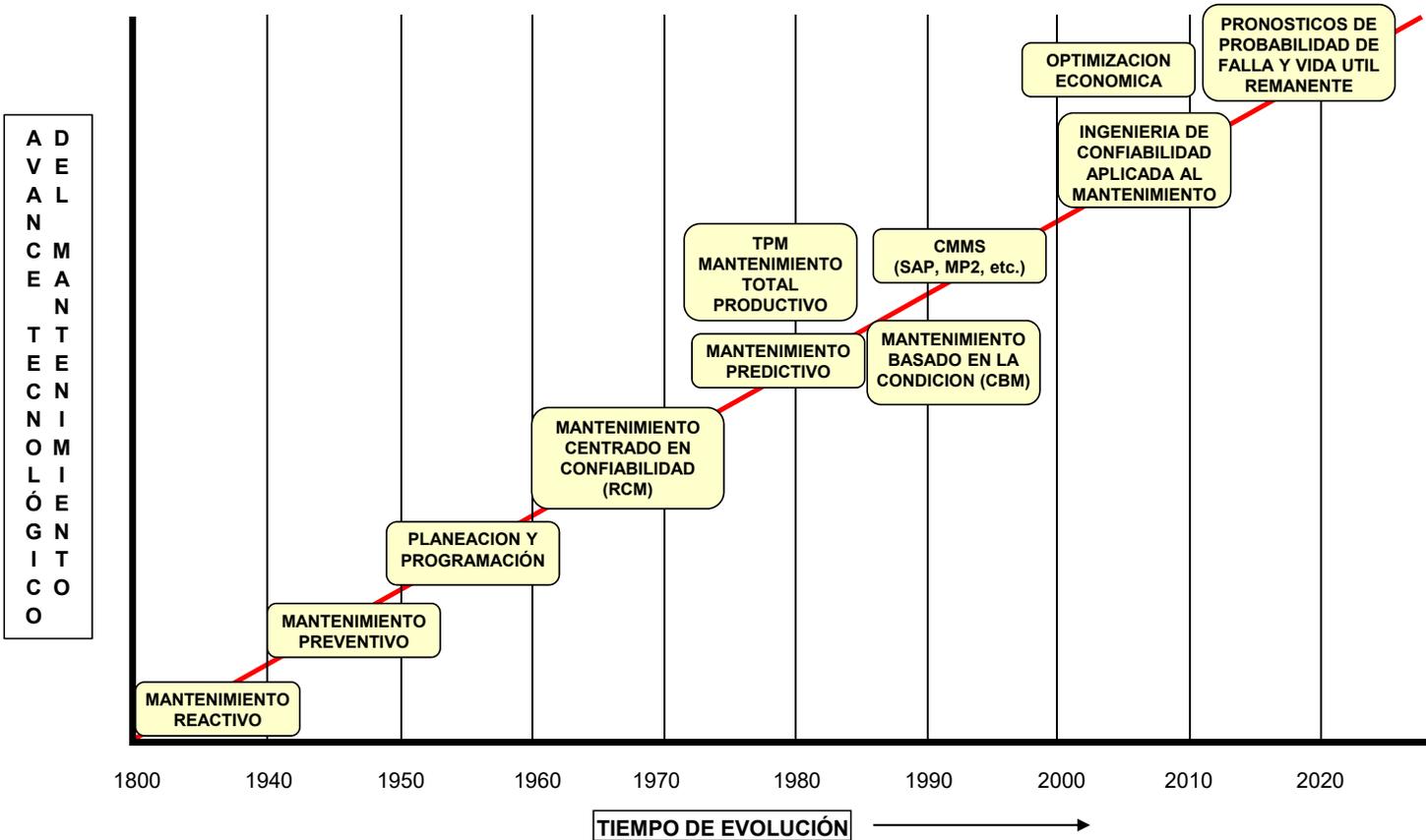
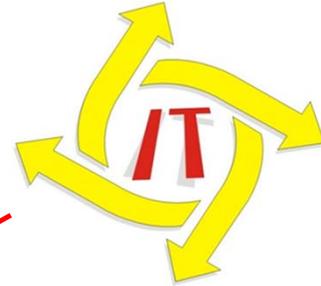
CLAVES:

- FF - FALLA FUNCIONAL
- FP - FALLA POTENCIAL
- MCR- MANTENIMIENTO CORRECTIVO REACTIVO.
- OT'S - ORDENES DE MANTENIMIENTO.
- MP- MANTENIMIENTO PREVENTIVO.
- MBC- MANTENIMIENTO BASADO EN CONDICION.
- MCP- MANTENIMIENTO CORRECTIVO PLANEADO
- PyP- PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN
- CMMS- SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO

INDICADORES DE CONTROL:

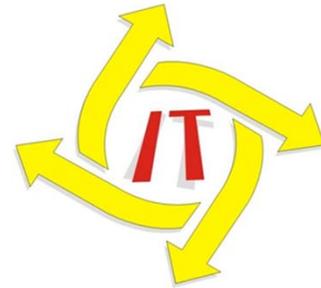
- C01a NÚMERO DE FALLAS REGISTRADAS.(FF)
- C01b NÚMERO DE FALLAS OCULTAS REGISTRADAS.
- C02 TIEMPO MUERTO POR REPARACIONES.
- C03a No. DE OT'S CORRECTIVAS GENERADAS.
- C03b No. DE OT'S PREVENTIVAS GENERADAS.
- C03c No. DE OT'S DE MBC GENERADAS.
- C03d No. DE OT'S DE MCP GENERADAS.
- C04 FALLAS DE EXISTENCIA EN ALMACEN.
- C05 No. DE RETRABAJO
- C06a TIEMPO EMPLEADO EN MCR
- C06b TIEMPO EMPLEADO EN MP
- C06c TIEMPO EMPLEADO EN MBC
- C06d TIEMPO EMPLEADO EN MCP
- C07 CUMPLIMIENTO DEL MP
- C08 CUMPLIMIENTO DEL MBC
- C09 CUMPLIMIENTO DE P y P
- C10 No. FALLAS ELIMINADAS
- C11 MTBF, MTRR, IPNP
- C12 COSTOS DE MANTENIMIENTO

EVOLUCION Y FUTURO DEL MANTENIMIENTO A TRAVES DEL TIEMPO



CONSULTORIA ITC

¿Dudas, preguntas, comentarios?



CONSULTORIA ITC