

**PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO
PARA EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
EN EL SISTEMA DE LA AGRICULTURA**





“Cuando ustedes entiendan perfectamente su maquinaria, podrán manejarla mucho mejor, podrán hacer con ella, prácticamente, lo que quieran. Así ustedes tienen también que aprender a manejar una serie de elementos, para aprender a pensar, para poder proyectarse hacia el futuro. Recuerden que las sociedades no son cosas estáticas, recuerden que ustedes no pueden conformarse con llegar a un escalón, y allí quedarse. Están en el principio de una escalera que no debe acabarse.”



La Habana 16 de julio de 2019
"Año 61 de la Revolución"

A: José Suárez León.
Director General de Ingeniería Agropecuaria.
MINAG

Compañero.

Hemos revisado la versión final del "Procedimiento Metodológico para el Mantenimiento Industrial en el Sistema de la Agricultura" de fecha 12/junio/2019, el cual incluye los ajustes que les señalados para su adecuación a la Resolución 116 de 3/octubre/2017; "Indicaciones Metodológicas que contienen los Requisitos Técnico-Organizativos mínimos del Sistema de Mantenimiento Industrial"; con el objetivo de que dictaminemos sobre el mismo.

Consideramos que dicho procedimiento, cumple con todo lo estipulado en la Resolución 116 y está apto para su aplicación.

Fraternalmente.


Rene Rodríguez González
Director Mantenimiento y Energía
MINDUS

MINISTERIO DE INDUSTRIAS
Dir. de Mantenimiento
y Energética



1- Objetivos

Planificar y controlar todas las actividades encaminadas a garantizar el correcto mantenimiento de los equipos utilizados en los procesos de producción.

Objetivos Específicos del Mantenimiento Industrial:

- Realizar listados de los equipos que conforman el proceso de producción.
- Asignar códigos de identificación a cada uno de los equipos listados.
- Realizar fichas técnicas que contengan la información de las características generales, técnicas y operacionales de cada uno de los equipos codificados.
- Generar listados codificados con cada una de las actividades de mantenimiento eléctrico, mecánico, de lubricación, de instrumentación, de metrología y civil en todas las áreas de las instalaciones industriales.
- Asignar las tareas de mantenimiento requeridas con su correspondiente fecha de inicio y frecuencia de ejecución para cada uno de los equipos codificados.
- Listar los repuestos, herramientas y tipo de personal requerido para la ejecución del mantenimiento.
- Realizar órdenes de trabajo del mantenimiento programado sistematizado.
- Digitalizar la información de las órdenes de trabajo en el correspondiente software de mantenimiento.
- Generar informes que permitan controlar el manejo del presupuesto para la mano de obra propia y contratada, los repuestos y los materiales empleados en el mantenimiento.

2- Alcance.

Es de aplicación en las OSDE, entidades agroindustriales, minindustrias y talleres de servicio de mantenimiento y reparación, los que adecuarán este procedimiento a sus normativas, cumpliendo los requisitos básicos que se establecen.

3- Referencias

1. **Resolución 159/14MINEM**, Reglamento de Seguridad Eléctrica.
2. **Resolución 44/14MINDUS**, Reglamento para la explotación segura de los recipientes a presión.
3. **Resolución 47/14 MINDUS**, Reglamento de seguridad para la instalación, explotación y mantenimiento de las calderas de vapor.
4. **NC DG-01/14**, Disposiciones generales, instrumentos de medición sujetos a la verificación obligatoria y la aprobación de modelo, según los campos de aplicación donde serán utilizados.
5. **NC 19-02-24** Sistema de normas de protección e higiene del trabajo.

Calderas de vapor y agua caliente. Requisitos generales de seguridad

6. **RESOLUCIÓN No. 116/2017** Indicaciones metodológicas que contienen los requisitos técnico-organizativos mínimos del sistema de mantenimiento industrial.

4. Términos y Definiciones

OSDE: Organización Superior de Dirección Empresarial

ERMP: Empresa de Recuperación de Materias Primas.

Clientes: Personas jurídicas o naturales propietarias del equipo o agregado objeto de mantenimiento.

Reparación general: Proceso tecnológico mediante el cual se restablece todos los parámetros iniciales de explotación del equipo o instalación industrial.

Reparación media del equipo: Proceso tecnológico mediante el cual se hace necesario restablecer determinados parámetros de explotación del equipo o instalación industrial que han perdido efectividad y eficiencia que son recuperables.

Reparación ligera del equipo: Proceso tecnológico mediante el cual se restablecen parámetros del equipo o instalación industrial, mediante pequeñas acciones de mantenimiento como: Limpieza, lubricación, cambio de piezas desgastadas, reparación o cambios de agregados, otros.

Equipos de producción: Son todos los equipos que intervienen directamente en la elaboración, transformación y manipulación del proceso productivo.

Equipos auxiliares: Son los que sirven de auxilio a la producción u otros servicios de mantenimiento. Ej: calderas, compresores, ventiladores, extractores, etc.

Máquinas y herramientas de taller: Es todo el equipamiento y herramental que garantizan el trabajo de mantenimiento y reparación de los equipos e instalaciones de la empresa para lograr su sostenibilidad y eficiencia productiva y económica

Construcción Civil: Se refiere a todas las edificaciones e instalaciones civiles.

Gestión del mantenimiento industrial. Busca principalmente reducir los correctivos a aplicar a un nivel óptimo de la organización, es el medio que tiene toda empresa para conservar operable con el debido grado de eficiencia y eficacia su activo fijo. Engloba al conjunto de actividades necesarias para:

- Mantener una instalación o equipo en funcionamiento.
- Restablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas.

Disponibilidad: Es la medida en (%) de tiempo que un equipo, sistema o instalación pueda estar disponible y cumplir, rendir satisfactoriamente la función específica que le está dada.

Confiabilidad. Es la magnitud probabilística que da la medida en el tiempo y bajo determinadas condiciones preestablecidas del buen funcionamiento sin interrupción o “falla” de equipos y sistemas. La fiabilidad por tanto significa, que la Planta o equipo de que se trate no falle o se rompa fácilmente bajo condiciones normales de explotación.

5- Responsabilidades

- a) Órgano Central
 - ✓ Corresponde al Director General de Ingeniería Agropecuaria la aprobación de este Procedimiento.
 - ✓ El Jefe de Departamento Independiente de Industria debe velar por la divulgación y puesta en práctica del procedimiento en todo el Sistema de la Agricultura.
- b) Las Organizaciones Superiores de Dirección Empresarial (OSDE) y empresas deberán evaluar en sus programas de desarrollo los requerimientos de la actividad de mantenimiento industrial, teniendo en cuenta lo dispuesto en el presente procedimiento.
 - ✓ El Jefe o Especialista de cada Departamento de Industria de las OSDE tiene la responsabilidad de velar por el cumplimiento de este procedimiento.
- c) El Jefe del Departamento de Ingeniería Agropecuaria le corresponde garantizar la existencia de este documento en la Delegación Provincial y Municipal de la Agricultura en cada territorio.
- d) El jefe del área técnica productiva o de ingeniería de la empresa es el responsable de planificar el mantenimiento técnico preventivo de los equipos estableciendo los plazos y el cumplimiento estricto en correspondencia con las normas e instrucciones técnicas de explotación.

6- Desarrollo del Procedimiento

En la organización del **Sistema de Gestión del Mantenimiento** deberá cumplir con las siguientes fases o etapas:

Planificación y Programación.

Ejecución del plan

Registro y Control.

Análisis y Evaluación.

a) Etapa de planificación y programación

Para la adecuada elaboración de los planes de mantenimiento se requiere contar con el personal idóneo y además las condiciones siguientes:

- Los inventarios, materias primas y materiales que puedan usarse en la actividad, partes y piezas nuevas y de rehúso con destino al mantenimiento;
- control de los medios básicos y auxiliares;
- disponibilidad de la información técnica, como catálogos, planos, diseños, información sobre inspecciones, registros, reparaciones anteriores y defectos notables, y los cambios introducidos si los hubiera;
- presupuestos destinados para la actividad.

Los planes que se elaboran son:

- Anuales de mantenimiento por especialidades, mecánica, eléctrica, automática y constructivo, de acuerdo con los ciclos de mantenimiento establecidos de acuerdo a horas de corrida, horas reales de trabajo de los equipos, y especificaciones de los fabricantes;
- de reparaciones generales o capitalizables;
- de reparaciones por parada de planta o escalonadas;
- de Inspección técnica diaria y periódica, de acuerdo con los requerimientos de las instalaciones industriales de cada rama;
- de importación, fabricación y recuperación de piezas de repuesto con medios propios y con terceros, y los planes de desarrollo de piezas;
- de inversiones no nominales orientadas al mantenimiento;
- de verificación estatal y no estatal, de calibración y reparación de medios de medición e instrumentos;
- de mantenimiento constructivo;
- de presupuestos de gastos;
- de mejoras de mantenimiento y mantenimiento correctivo;
- de lubricación y sus respectivos estudios;
- de conservación;
- mensuales operativos de mantenimiento que, además de los trabajos planificados, incluye las solicitudes de trabajos de diferentes áreas de la entidad y de terceros; y
- de reducción de riesgos.

El plan anual de mantenimiento se elabora, desglosado por meses y por entidades, con el propósito de prever con suficiente antelación los trabajos a realizar; contar con la base técnica necesaria para la elaboración de otros planes y la previsión de los recursos humanos y financieros, el cual se concluye antes de la elaboración del plan de la economía del próximo año, de manera tal que queden establecidos los presupuestos de gastos para garantizar las demandas de la producción y los servicios, solucionar las necesidades técnicas reales que presentan las instalaciones y equipos, las inversiones a

realizar, el incremento de la disponibilidad, las mejoras de la eficiencia energética, la sustitución de importaciones y la capacitación del personal.

Para la elaboración del plan anual de mantenimiento se tienen en cuenta los ciclos de mantenimiento, pequeños, medios y generales, de los equipos actualizados, las normativas técnicas de tiempo y de recursos establecidas, los volúmenes de trabajo a realizar, los resultados de las inspecciones técnicas y diagnósticos, los criterios del área tecnológica, las tareas incluidas en el plan de desarrollo técnico y de mejoras, y las posibilidades reales de los recursos humanos y materiales como aspectos fundamentales.

Para la planificación de las reparaciones generales o capitalizables y las reparaciones por parada de planta o escalonadas se elaboran los Libros de Reparaciones que incluyen:

- Los volúmenes típicos de trabajos a realizar a todos los equipos e instalaciones, para cada categoría de reparación, general, mediana, pequeña y revisión, según lo establecido por el ciclo de mantenimiento;
- los recursos materiales que se necesitan por cada una de las actividades;
- el tiempo en horas que debe llevar la ejecución de los trabajos; y
- la especialidad del personal necesario, su calificación para la ejecución de trabajo y las horas hombre a emplear.

Para la organización de estas reparaciones se establecen los diagramas de trabajo y las rutas críticas con el objetivo de mantener el control de ejecución de las actividades programadas en el tiempo.

Para la planificación de la inspección técnica diaria y periódica, se establecen los requerimientos para todos los equipos dinámicos y estáticos que abarca, recipientes y tanques de almacenamiento de diferentes productos, equipos de intercambio de calor, sistemas de tuberías, válvulas, trampas, equipos de izaje, estado de corrosión de estructuras y equipos; el aislamiento térmico y los sistemas que requieren recubrimientos antiácidos entre otros, disponiéndose del plan de inspección, las normas, formularios o modelos para efectuar los registros de control sistemático de los resultados de las inspecciones ejecutadas.

Los registros se establecen por equipos, líneas, sistemas, a fin de conformar un historial de su funcionamiento a partir de los cuales se hacen los análisis correspondientes.

b) Ejecución del plan

En esta etapa se tiene en cuenta el cumplimiento de las tareas planificadas e imprevistas que requiere personal capacitado en mecánica, electricidad, automática, diseño, confección de planos y otras especialidades que son peculiares de determinados procesos de producción, y la participación de empresas y unidades de servicios especializados.

Para la ejecución del plan de mantenimiento se establece:

- a. Conocer y tener acceso el personal designado para ejecutar los mantenimientos y reparaciones en cada área a los procedimientos existentes para cada tipo de trabajo, las instrucciones y normas, la documentación técnica para garantizar que se ejecute en el tiempo programado y con la calidad esperada;
 - b. cumplir los procedimientos que permitan iniciar y terminar los trabajos de mantenimiento y reparaciones con la seguridad industrial y las medidas de cuidado del medio ambiente;
 - c. poseer los proyectos y permisos de seguridad que sean requeridos en las tareas de mantenimiento, en los trabajos calificados como peligrosos y cumplir con lo indicado en esos documentos;
 - d. realizar las comprobaciones de la certificación de los medios y accesorios de izaje y la verificación y calibración de las herramientas de trabajo a utilizar en la ejecución de todos los trabajos;
 - e. asegurar los equipos de protección personal necesarios para la realización de los trabajos;
 - f. establecer la verificación de la certificación de la calidad de materiales, piezas de repuesto y otros recursos a emplear;
 - g. disponer de los sistemas de control de la calidad en las etapas de preparación, ejecución y entrega de los equipos; y
 - h. realizar la entrega de cualquier equipo o sistema que haya sido objeto de reparación y de los documentos probatorios de la acción realizada y certificaciones de calidad correspondientes, a través del jefe de la reparación.
- **Pasos (recomendados) para la Planificación y Ejecución de trabajos de mantenimiento:**
 1. Estudiar la situación actual a fin de identificar aquellos trabajos de mantenimiento que tienen que realizarse, según un orden de prioridad pre establecido, según los recursos que pueden estar disponibles, y según el tiempo que se dispone.
 2. Establecer los objetivos o propósito para la realización de determinado trabajo de mantenimiento.
 3. Elaborar una lista de los elementos que van a ser sujetos de mantenimiento.

4. Agrupar los elementos de acuerdo a categorías o según características comunes.
5. Establecer la clase de servicio o descripción del trabajo que se debe realizar sobre cada grupo.
6. Recopilar información de los equipos involucrados (historial de mantenimiento, listado de repuestos disponibles, planos, documentación técnica, manual de operación, guía de instalación, etc.).
7. Complementar la información existente con información propia de la ocasión (Ej: esquemas de conexión temporal, rutas de movimiento de cargas, plan de desmontaje, etc.).
8. Planificar los recursos que van a ser necesarios (Ej: personal de obra, ingenieros especializados, herramientas especiales, repuestos para cambiar, etc.).
9. Determinar la agenda de trabajo (Ej: cronograma de actividades, responsables de ejecución de trabajos, supervisores de obra, personal de control, etc.)
10. Contar con las autorizaciones correspondiente para trabajar, ya sean autorizaciones gubernamentales (Ej: licencia de construcción, guía de remisión de equipos, licencia de apertura, etc.), o autorizaciones internas de la empresa (Ej: autorización de calidad, seguridad, medio ambiente, etc.).
11. Elaborar el Plan de actividades, conformado por la secuencia de trabajo y la descripción del conjunto de acciones a realizar, relacionando cada una con los recursos, personal, y tiempos establecidos.
12. Elaborar el Plan de contingencia, donde se detallan las acciones a realizar en caso ocurra una eventualidad que impida cumplir con el Plan de actividades original.
13. Establecer los canales de comunicación, para luego comunicar el Plan de actividades y Plan de contingencias a las personas involucradas.
14. Realización de actividades previas (Ej: solicitar la compra de repuestos, contratar personal temporal, coordinar acciones logísticas, programar acciones con subcontratistas, etc.).
15. Ejecución y supervisión de las tareas de mantenimiento, según lo previamente planificado, hasta la correcta puesta en marcha.
16. Limpieza del área utilizada para el trabajo, y si es el caso levantar los pasivos ambientales.

17. Restablecimiento de las condiciones normales de operación o producción.
18. Acciones post evento, referido a aquellas actividades que involucran cerrar el ciclo de trabajo (Ej: aprobar informes de trabajo de contratistas, liquidar horas extras del personal, devolver equipamiento prestado, reportar a las autoridades respectivas, etc.).
19. Elaborar un Informe sobre el trabajo realizado, conformando de esta forma parte del historial de los equipos, a fin de conversar la experiencia adquirida, sumando comentarios y recomendaciones. Este informe, entre otros puntos debe incluir:
- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento.
 - El resultado de la evaluación de dichos equipos.
 - Tiempo real que duro la labor.
 - Personal que estuvo a cargo.
 - Presupuesto ejecutado (dinero gastado).
 - Inventario de piezas y repuestos utilizados.
 - Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento.
 - Programación tentativa para el siguiente mantenimiento.
 - Conclusiones y recomendaciones.
20. Evaluar el desempeño del trabajo, lo cual queda a cargo de los líderes del departamento, para lo cual se basarán en el Informe de trabajo y en indicadores propios de su gestión. Esta evaluación también debe ser documentada, pudiendo ser compartida con los directivos de la empresa.

c) Registro y Control

En esta etapa reviste particular importancia la fiscalización y control de los trabajos de mantenimiento para asegurar que estos se realicen en tiempo y forma dentro de las normas establecidas para cada caso, ya que fácilmente se comprende que tanto la planificación como la ejecución han de ser continuamente supervisadas, para que así cumplan con los fines propuestos.

Se establece un sistema de registro y control que, entre otros documentos, contiene:

- a. Solicitud y orden de trabajo: la que se emite para todos los trabajos de mantenimiento sin excepción, y recoge toda la información que identifique al solicitante, al equipo, al área y al ejecutor, además de los datos correspondientes a los gastos presupuestados y reales en que se incurre; además, deben identificarse a los efectos de contabilizar los costos de mantenimiento y obtener otros indicadores de gestión, si

el trabajo es de: Mantenimiento planificado, imprevisto, inversión, capitalizable y con terceros. Los costos de mantenimiento se llevan por la orden de trabajo;

- b. Informe técnico de la reparación: Se elabora al concluir el mantenimiento o intervención por avería e incluye los trabajos ejecutados –planificados e imprevistos– cumplimiento de los objetivos trazados de la reparación, del comportamiento de los indicadores planificados, las dificultades enfrentadas, trabajos planificados no realizados y lo que quedó pendiente, trabajos realizados con los recursos no idóneos, que pueden presentar un punto débil en su futura explotación entre otras, las soluciones aplicadas y cómo quedó lo que se hizo, calidad de la reparación, el análisis del comportamiento del presupuesto para la reparación, las desviaciones y sus causas, costo de la reparación, las recomendaciones para la próxima reparación, la firma y aprobación;
- c. Carpeta de equipos: Contiene como mínimo la documentación técnica del equipo, datos del fabricante, año de instalación, datos de los sistemas de protección, listado de piezas de repuesto y otros aseguramientos, ciclo de mantenimiento y control de horas de trabajo del equipo, esquema de lubricación, reglamentos y normas de inspección y de reparación para todas las especialidades, incluyendo lubricación, parámetros técnicos y operacionales obtenidos en la inspección inicial o de referencia, relación de planos, registros de averías ocurridas en el equipo, mejoras, modernizaciones ejecutadas al equipo, las piezas de repuesto instaladas y otros datos de interés proveniente de los informes de reparaciones y de las inspecciones.
- d. Cumplimiento de los planes: Tener documentado el control sistemático del cumplimiento de cada uno de los planes elaborados y aprobados;
- e. Control de los imprevistos: Tener documentado el control y los registros actualizados de la ocurrencia de fallas, imprevistos y averías, las paralizaciones por estas causas y los tiempos perdidos y el análisis de las causas;
- f. Control de la preparación y ejecución de reparaciones: Tener documentado los chequeos de comportamiento de la preparación de las reparaciones y su ejecución, tener documentado y actualizado el control del cumplimiento de los indicadores técnico-económicos establecidos para la actividad para cada período; y
- g. Informe de averías: En los casos en que ocurren averías se elabora un informe con el correspondiente análisis de las causas, sus efectos y las medidas a tomar para evitar que se repita esta. Para cumplir con el análisis de la avería se crea una comisión presidida por la máxima autoridad técnica de la empresa, unidad empresarial de base y taller, en correspondencia con la magnitud de la avería, y la integran especialistas y trabajadores en dependencia de las características del equipamiento averiado. Forma parte de la comisión el especialista o técnico de seguridad y salud en el trabajo.

- Todos los registros se mantienen actualizados y ubicados en lugares de fácil localización y además están protegidos contra los daños, deterioros o pérdidas.
- Cuando por causas debidamente justificadas los mantenimientos no se puedan realizar en las fechas previstas, se elabora el Acta de Aplazamiento.
- En cada entidad se designa el personal autorizado para realizar la solicitud y el nivel jerárquico que aprueba estos aplazamientos, en correspondencia con las normas técnicas y de seguridad, disponiéndose las medidas a tomar para asegurar la continuidad de la operación del equipo hasta tanto se realice la intervención y los sistemas de control para el seguimiento al cumplimiento en las nuevas fechas aprobadas.

d) Análisis y Evaluación

En esta etapa la experiencia acumulada a través del análisis y evaluación del trabajo tiene una importancia fundamental para determinar las necesidades del desarrollo, incluyendo, los requerimientos de nuevas inversiones a fin de hacer más eficiente, efectivo y seguro el trabajo de planificación, programación y ejecución.

Se dispone el análisis y evaluación de la actividad de mantenimiento según los indicadores básicos de disponibilidad e índice de roturas y las horas perdidas por interrupciones.

Se utilizan los sistemas informáticos en la medida de las posibilidades de cada entidad. Asegurar que en el registro y control queden las evidencias probatorias de la ejecución de los eventos, registrándose las firmas de los responsables.

INDICADORES BÁSICOS DE GESTIÓN

El análisis y evaluación de la actividad de mantenimiento se realiza de acuerdo a los indicadores básicos de gestión que se ajusten a cada entidad, actividad y proceso, relacionados a continuación:

- **Disponibilidad (D)**: La disponibilidad es una función que se utiliza en la actividad de Mantenimiento, frecuencia mensual, que permite estimar en forma global, el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado.
- **Disponibilidad Técnica por mantenimiento (Dtm)**: Es el indicador básico para medir la eficiencia de la gestión de mantenimiento (constituye una herramienta muy eficaz del servicio de mantenimiento). La disponibilidad técnica debe calcularse básicamente, para los equipos que son fundamentales, aunque esto debe decidirse sobre la base de las peculiaridades de cada lugar; también se debe calcular esta disponibilidad por áreas de proceso, talleres y para toda la planta, con una frecuencia

mensual, con el fin de conocer el comportamiento de la instalación en su conjunto. Se calcula:

$$Dtm = (Tep \times 100) \div (Tep + Tpm)$$

Donde:

Tep- Tiempo efectivo de operación.

Tpm- Tiempo de parada de mantenimiento.

El término Tep es el tiempo real que trabajó el equipo o la instalación durante la etapa que se analiza, mientras que Tpm es el tiempo de paro debido a intervenciones de mantenimiento: Inspección, lubricación, ajuste, limpieza y reparaciones de cualquier tipo ya sean planificadas o imprevistas, y comienza a de cursar en el momento en que se produce el paro hasta el momento de entrega del equipo a producción para su explotación.

- **Disponibilidad Técnica Requerida (Dr):** La Disponibilidad Requerida se determina para cada mes, en correspondencia con el plan de producción, la capacidad productiva actualizada de cada equipo y las condiciones demandadas de su uso. Para realizar estos cálculos se dan los siguientes pasos:

I. Determinar el tiempo de operación requerido de cada equipo basado en su capacidad potencial, para poder cumplir el plan de producción.

II. Comparar este tiempo con el fondo de tiempo productivo total (tept).

La diferencia entre ellos, una vez descontados los tiempos auxiliares dictados por el proceso y otras exigencias de la producción, es el tiempo máximo con que cuenta el área de mantenimiento para garantizar esta disponibilidad. Aquí no se tiene en cuenta el tiempo de los equipos y sistemas que están parados fuera del calendario de producción, el cual se considera como una oportunidad a los efectos de mantenimiento, sin que se vea afectada su disponibilidad técnica.

Cálculo de la Disponibilidad Técnica Requerida para cada equipo en (%):

$$Dr = Tepr \div (Tepr + Tpm) \times 100$$

Donde:

Tepr- Tiempo de operación requerido para cumplir el Plan de Producción.

Tpm- Tiempo requerido para las intervenciones programas de Mantenimiento.

Mientras mayor sea el valor de la disponibilidad requerida menor será el tiempo con que cuentan los especialistas de mantenimiento para actuar sobre el equipamiento, lo que implica aplicar un método de mantenimiento basado en una sistemática y profunda inspección técnica y aprovechar al máximo las ventanas y oportunidades que permite la producción. Por el contrario, mientras menor sea la disponibilidad requerida, mayores son las posibilidades de mantenimiento para, de forma planificada, programar las medidas

necesarias, tanto preventivas como correctivas, según sean las características del proceso.

- **Disponibilidad Física en (%)**: Este es un indicador que representa la fracción del fondo de tiempo productivo total que el equipo o sistema fue explotado o estuvo potencialmente disponible para ser explotado. Esta disponibilidad se vincula con el Índice de Rotura.

$$Df = (Tep + Tdop) \div Tep \times 100$$

Donde:

Df- Disponibilidad física

Tep- Tiempo efectivo de operación

Tdop-Tiempo que el equipo o sistema estuvo disponible pero no fue operado

También se utiliza:

$$Df = (Tep - Trm) \div Tep \times 100$$

Donde:

Tep- Tiempo efectivo de operación

Trm- Tiempo real de paro por mantenimiento. Contempla tanto intervenciones planificadas como imprevistas.

Indicador de Desempeño, Eficiencia y Efectividad frecuencia mensual.

- **Confiabilidad**: Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período fijado. El estudio de confiabilidad es la exposición de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: Probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo y etapa de la vida de trabajo en que se encuentra el equipo.
- **Tiempo Promedio para Fallar (TPPF)**: Este indicador se utiliza para los equipos que no son reparables. Mide el tiempo promedio que es capaz de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado; este constituye un indicador indirecto de la confiabilidad del equipo o sistema. El Tiempo Promedio para Fallar también es llamado “Tiempo Promedio Operativo” o “Tiempo Promedio hasta la Falla”.
- **Tiempo Promedio para Reparar (TPPR)**: Es la medida de la distribución del tiempo de reparación de un equipo o sistema. Este indicador mide la efectividad en restituir la unidad a condiciones óptimas de operación una vez que la misma se encuentra fuera de servicio por un fallo, dentro de un período de tiempo determinado. El Tiempo Promedio para Reparar es un parámetro de medición asociado a la mantenibilidad, es

decir, a la ejecución del mantenimiento. La mantenibilidad, definida como la probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo mediante el uso de los procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo. Si las reparaciones para un diseño dado se realizan con personal calificado y con herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

$$TPPR = \text{No. Horas de paro por averías} + \text{No. Averías}$$

- **Tiempo Promedio entre Fallos (TPEF)**. Se utiliza para los equipos que son reparables. El indica el intervalo de tiempo más probable entre un arranque y la aparición de un fallo; es decir, es el tiempo medio transcurrido hasta la llegada del evento "fallo". A mayor valor, mayor es la confiabilidad del componente o equipo.

$$TPEF = \text{No. Horas totales del periodo analizado} \div \text{No. Averías}$$

- **Índice de roturas (averías) (Ir)**: El análisis y control sistemático del índice de averías, su mejora continua y tendencia a minimizarlas, se ha mostrado como una de las metodologías más eficaces para mejorar los resultados del mantenimiento.

$$Ir = S \div (S + \text{Tiempo total de operación})$$

Donde:

S: Tiempo de averías

- **Índice de Mantenimiento programado Proactivo, (IMP) %**: Porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Programado (Proactivo) sobre horas totales.

$$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas al mantenimiento programado}}{\div \text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$$

- **Índice de Mantenimiento correctivo Reactivo, (IMC) %**: Porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Correctivo sobre horas totales.

$$IMC = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento correctivo}}{\div \text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$$

- **Índice de Emergencia**: Porcentaje de horas invertidas en realización de la orden de trabajo (OT) de prioridad máxima:

$$IME = \text{Horas OT prioridad max} \div \text{Horas totales de mantenimiento}$$

La importancia de este indicador radica en que cuanto mayor sea el número de órdenes de trabajo de emergencia, peor es la gestión que se hace del mantenimiento.

- **Índice de gastos de mantenimiento (IGM)**: Como parte del control de indicadores que miden la gestión del mantenimiento se controla el por ciento de gastos totales del mantenimiento contra las ventas totales. Este indicador es controlado desde la organización superior de dirección empresarial hasta los talleres y se fija el indicador en el plan de la economía.

$$\text{IGM} = \frac{\text{Gastos totales de mantenimiento}}{\text{Valor total de las ventas}}$$

DE LAS RESERVAS DE EQUIPOS INSTALADOS EN LOS PROCESOS TECNOLÓGICOS

Las reservas instaladas en el proceso productivo están listas para su explotación.

El equipamiento de reserva declarado en conservación que se mantiene instalado, tiene elaborado un reglamento para mantener su estado de conservación y además se definen las acciones, recursos y tiempo que se requiere para ser activado y puesto en explotación.

Si existiera un sobredimensionamiento de estas reservas y se decide mantenerla instalada en el proceso productivo, el equipo se declara en conservación y se registra su aprobación por el personal responsable en la entidad.

PIEZAS DE REPUESTO

Para asegurar la actividad se controla las existencias de piezas de repuestos, materias primas e insumo para su fabricación y se establecen los procedimientos para su correcta gestión.

El plan de piezas de repuesto recoge el presupuesto que asegura los surtidos de piezas y accesorios que se requieren comprar, fabricar, recuperar, desarrollar con medios propios o con terceros, para satisfacer todas las necesidades. Para asegurar la actividad se cumplen los siguientes requerimientos:

- a) Poseer la documentación técnica de piezas de repuestos, por equipos e instalaciones, organizados de manera tal que a través de los registros se puedan identificar por áreas y equipos, los detalles de las partes y piezas de estos;
- b) actualizar las modificaciones técnicas que se realizan y de las partes y piezas de equipos que se montan nuevos en la entidad;
- c) elaborar el plan anual por meses identificándose la fabricación y recuperación de piezas, por renglones y surtidos, respaldado por el presupuesto y que responda a la planificación de los mantenimientos;

d) confeccionar el plan de nuevos desarrollos de recuperación y fabricación de piezas de repuesto y realizar el control sistemático de su cumplimiento para decidir oportunamente la sustitución de importaciones; y

e) poseer los planes de importación de partes y de piezas de repuesto para los equipos e instalaciones.

LUBRICANTES, USO, CONTROL Y ALMACENAJE

Las áreas de mantenimiento disponen del estudio actualizado de lubricación de todos los equipos e instalaciones de la entidad y certificados por una entidad acreditada para ello, que contiene el resumen de los lubricantes recomendados, el que se actualiza cada cinco años. De existir algún cambio del lubricante recomendado, se adjunta al estudio la comunicación oficial correspondiente.

El control de la aplicación de los lubricantes recomendados por el estudio se guarda como mínimo por un período de un año.

El jefe de mantenimiento aplica las metodologías de diagnóstico que evidencien el estado de la gestión de lubricación y el estudio de las variables de proceso para evaluar la efectividad de las acciones de lubricación.

Las entidades poseen un local o cuarto de lubricación que cumpla con los requerimientos técnicos y de control establecidos, en las normas cubanas.

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Cada entidad establece y mantiene actualizada la documentación técnica apropiada para asegurar la implantación del Sistema de Mantenimiento Industrial, en correspondencia con sus características productivas, sociales, territoriales y ambientales.

La documentación técnica comprende las especificaciones de los equipos y la tecnología, como los planos, normas, procedimientos, instrucciones, regulaciones, catálogos, carpetas y folletos.

La documentación técnica específica del Sistema de Mantenimiento Industrial la elabora, aprueba, revisa y mantiene actualizada el personal designado para tales efectos.

Los documentos técnicos de carácter general que involucren a varias áreas de la empresa o que estén relacionados con actividades reguladas nacionalmente son aprobados por el director de la empresa.

La elaboración, modificación, aprobación, sustitución, distribución y control de la documentación técnica se aprueba por el director técnico de la entidad. El jefe de mantenimiento es responsable de la utilización de los lubricantes usados y de preservar la protección al medio ambiente, definiéndose por la entidad su destino final.

7-Frecuencia:

Las informaciones referentes a este procedimiento, se recogerán con carácter mensual los días 20, y estarán en concordancia con lo establecido en el manual de funcionamiento interno del Departamento Independiente de Industria del MINAG, así como lo determinado para todas sus estructuras.

8-Condiciones de Seguridad:

La información será enviada a todas las estructuras del Sistema de la Agricultura, vía correo electrónico, respetando todas las normas de seguridad vigentes, hasta tanto no se determine otro procedimiento por el departamento rector.

9- Recursos necesarios

Para la concreción de este procedimiento será necesario establecer las estructuras de industria propuesta en el manual de funcionamiento interno del Ministerio.

Como recursos materiales en las estructuras de base serán necesarios todas las herramientas y materiales que llevan los trabajos de mantenimiento para su ejecución. En las estructuras intermedias se necesitará computadoras capaces de procesar la información resultante de todo este procedimiento, además de los materiales de trabajo que se determinen en cada instancia.

Como recursos financieros se definirán todo aquel que en las diferentes estructuras se pongan en el plan, el cual se chequeará su cumplimiento a través de este procedimiento.

10- Impacto esperado de eficiencia y eficacia

- a) Obtener mayor eficiencia en las industrias a partir del correcto funcionamiento de sus equipos.
- b) Obtener por cada una de las industrias los planes de mantenimiento de cada uno de los equipos.
- c) Organizar las actividades de mantenimiento en las estructuras de base.
- d) Conocer en todas las estructuras el plantel industrial con que se cuenta.
- e) Coordinar con la industria nacional a través de la planificación anual todas las actividades de mantenimiento a ejecutar en cada una de las estructuras de base del sistema de la agricultura.

11- Método para medir la eficacia:

Se medirá la eficacia de este procedimiento a través del análisis de los índices de este procedimiento, y la ejecución del presupuesto de los mismos, todo lo cual será despachado trimestralmente con los especialistas de industria de las OSDEs y Delegaciones Provinciales.

Anexos:**Indicador que relaciona los Gastos Totales contra las Ventas Totales**

Nota: Valores en Moneda Total (MT) y MLC (MCUC)

No	Concepto	Real 2018		Plan 2019		Acumulado trimestral		Relación Trimestre/Plan	
		MT	MCUC	MT	MCUC	MT	MCUC	MT	MCUC
1	Total de Gastos								
2	Total de Gastos de Mantenimiento								
3	% que representa el total de gastos de mantenimiento del total de gastos (2/1)								
4	Ventas Totales								
5	% que representan el total de gastos de mantenimiento del total de las ventas (2/3)								

- **Unidades de Medida**
 - Moneda total **MT**(CUP+CUC)
 - **MLC** Moneda libremente convertible (CUC)
- La información base es el Estado de Gastos por Elementos (modelo EFE 5924-02) establecidos por el Ministerio de Finanzas y Precios, que se informa mensualmente a la ONEI.
- **Gastos por Elementos.**
 - **Total de gastos en mantenimiento.** (Todos los Gastos de mantenimiento, reparaciones y servicios, incluyendo el mantenimiento constructivo).

12- Fabricación de piezas propias del organismo y las importaciones

Nota: Unidades Físicas (UF).

Actividad de Piezas de Repuesto	UM	CIERRE ESTIM. 2019	PLAN 2020
Fabricación	TOTAL DE FAMILIAS.		
	MP		
Recuperación	TOTAL DE FAMILIAS.		
	MP		
Total fabricación y recuperación.	TOTAL DE FAMILIAS.		
	MP		
Importaciones	TOTAL DE FAMILIAS.		
	MP		