

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL EN LA SECCIÓN DE LATONERÍA DE LA EMPRESA  
INDUFRIAL S. A.**

**HERNADO ANTONIO CADENA BARRIOS  
MIGUEL ÁNGEL QUIÑONES MARTÍNEZ**

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
CARTAGENA D.T.C.**

**2000**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL EN LA SECCIÓN DE LATONERÍA DE LA EMPRESA  
INDUFRIAL S. A.**

**HERNADO ANTONIO CADENA**

Trabajo de grado presentado como  
requisito parcial para optar por el título  
de ingeniero Industrial.

Director  
ELMER FAJARDO OSPINO  
Ingeniero Mecánico

Asesor  
PEDRO MORA SÁNCHEZ  
Ingeniero Industrial

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
CARTAGENA D.T.C.**

**2000**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO  
PRODUCTIVO TOTAL EN LA SECCIÓN DE LATONERÍA DE LA EMPRESA  
INDUFRIAL S. A.**

**MIGUEL ÁNGEL QUIÑONES MARTÍNEZ**

Trabajo de grado presentado como  
requisito parcial para optar por el título  
de ingeniero Mecánico.

Director  
ELMER FAJARDO OSPINO  
Ingeniero Mecánico

Asesor  
PEDRO MORA SÁNCHEZ  
Ingeniero Industrial

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN  
CARTAGENA D.T.C.**

**2000**

**ARTICULO 105 : La institución se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados, los cuales no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización. Esta observación debe quedar impresa en parte visible del proyecto**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	
1. LA EMPRESA	3
1. 1 RESEÑA HISTÓRICA	3
1. 2 UBICACIÓN	5
1. 3 ORGANIZACIÓN	5
1. 4 MISIÓN Y VISIÓN DE INDUFRIAL	7
1. 4. 1 Visión INDUFRIAL S.A.	7
1. 4. 2. Misión INDUFRIAL S.A.	7
1. 5 Departamento de Producción	10
1. 5. 1 Funciones del departamento de producción	10
1. 5. 2 Organización del departamento de producción	10

1. 5. 3 Secciones del proceso de producción	10
1. 5. 3. 1 Sección latonería	10
1. 5. 3. 2 Sección soldadura	11
1. 5. 3. 3 Sección tubería	11
1. 5. 3. 4 Sección pintura	11
1. 5. 3. 5 Preparación de inyección	11
1. 5. 3. 6 Sección poliuretano	11
1. 5. 3. 7 Sección refrigeración	12
1. 5. 3. 8 Sección armadura	12
1. 5. 3. 9 Sección despacho	12
1. 5. 4 Capacidad instalada	12
2. INTRODUCCIÓN AL T.P.M.	14
2. 1 ¿QUÉ ES T.P.M.?	14
2. 2 DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL T.P.M.	15
2. 2. 1 Historia del T.P.M.	18
2. 2. 2 T.P.M. y el futuro del mantenimiento	20
2. 3 ¿CÓMO FUNCIONA EL T.P.M. ?	21
2. 4 INTRODUCCIÓN DEL T.P.M. EN LA FÁBRICA	24
2. 4. 1 El T.P.M. como política básica de la compañía	24
2. 4. 2 Formación del T.P.M. preliminar	25
3. VISIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE DESARROLLO DEL T.P.M.	27
3. 1 MEJORA DE LA EFICACIA DE LOS EQUIPOS	28

3. 1. 1	Seis grandes causas de pérdida que limitan la eficacia del equipo	29
3. 1. 1. 1	Pérdidas por averías	29
3. 1. 1. 2	Pérdidas de preparación y ajuste	30
3. 1. 1. 3	Inactividad y pérdida de paradas menores	30
3. 1. 1. 4	Pérdidas de velocidad reducida	31
3. 1. 1. 5	Defectos de calidad y repetición del trabajo	32
3. 1. 1. 6	Pérdidas de puesta en marcha	33
3. 1. 2	Medición de la efectividad global del equipo	33
3. 1. 2. 1	Cálculo de las tasas de operación de rendimiento y calidad	36
3. 1. 3	Niveles y metas propuestas para la efectividad global	40
3. 2	ELIMINACIÓN DE LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS	
	41	
3. 2. 1	Acciones contra averías	41
3. 2. 1. 1	El manejo defectuoso del equipo promueve averías crónicas	44
3. 2. 1. 2	Principios básicos para lograr cero defectos	46
3. 2. 1. 3	Requerimientos para averías cero	46
3. 2. 1. 4	Seguir las actividades para averías cero	51
3. 2. 1. 5	Producción contra mantenimiento	54
3. 2. 1. 6	Averías cero en cuatro pasos	56
3. 3	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	58
4.	DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO PARA LA IMPLANTACIÓN DEL T.P.M.	60

4. 1 PROCESO DE PREPARACIÓN DEL PROYECTO	60
4. 2 ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN	60
4. 2. 1 Creación del comité T.P.M.	60
4. 2. 2. Equipos piloto	62
4. 2. 3. Organización informal	63
4. 3 NECESIDAD DEL PROYECTO	63
5. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	65
5. 1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	65
5. 2 DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	68
5. 3 FUNCIONES QUE CORRESPONDEN A LOS OPERADORES	70
5.4 OBLIGACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	71
5.5 FORMACIÓN DE PERSONAL EN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	72
5. 6 ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES BÁSICAS DEL EQUIPO	73
5. 6. 1 Limpieza inicial del equipo	76
5. 6. 2 Prevenir la contaminación	77
5. 6. 3 Preparación de estándares de limpieza y lubricación	80
5. 6. 3. 1 Promoción de la lubricación	83
5. 6. 3. 2 Promoción de atornillado correcto	84
5. 6. 4 Estándares de limpieza y lubricación para la sección de latonería	85
5. 7 INSPECCIÓN GENERAL	92
5. 7. 1 Simplificar las inspecciones diarias	94
5. 7. 2 Conceder el tiempo adecuado para la inspección general	94

5. 7. 3 Listas de chequeo para la sección de latonería	95
5. 8 PROCEDIMIENTO PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS ESTÁNDARES	95
5. 8. 1 Fase I	100
5. 8. 2 Fase II	101
5. 8. 3 Fase III	102
5. 8. 4 Fase IV	102
5. 8. 5 Fase V	102
5. 8. 6 Fase VI	102
5. 8. 7 Fase VII	102
5. 8. 8 Fase VIII	102
5. 8. 9 Fase IX	102
5. 8. 10 Fase X	102
5. 8. 11 Fase XI	102
5. 8. 12 Fase XII	103
5. 8. 13 Fase XIII	103
6. MANTENIMIENTO PLANIFICADO	104
6. 1 MEJORAS AL PLAN DE MANTENIMIENTO PLANEADO	104
6. 2 ORGANIZACIÓN PARA PLANEAR Y PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO	104
6. 2. 1 Relación cliente servicio	105
6. 2. 2 Principio del tamaño óptimo del equipo	105
6. 2. 3 Principio de puntualidad	105

6. 2. 4	Responsabilidad de las actividades	106
6. 2. 5	Formas y las relaciones de la organización	106
6. 2. 6	Relaciones de la organización	106
6. 2. 7	Efectos de otros factores en las relaciones	107
6. 3	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	108
6. 3. 1	Estandarización de las actividades de mantenimiento	109
6. 3. 2	Solicitudes de servicio y órdenes de trabajo	113
6. 3. 2. 1	Manejo de las solicitudes de servicio y órdenes de trabajo	113
6. 3. 3	Registros de mantenimiento y programación	124
6. 3. 4	Información de los equipos	127
6. 4	SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	134
6. 4. 1	Sistema	136
6. 4. 2	Subsistemas	136
6. 4. 3	Equipos	138
6. 4. 4.	Componentes	140
7.	MEJORAS ENFOCADAS	146
7.1	SECCIÓN DE LATONERÍA	146
7. 2	MEDICIÓN DE TIEMPOS MUERTOS	149
7.3	CARACTERÍSTICAS DE TIEMPOS MUERTOS Y PARADAS MENORES	156
7. 3. 1	Fáciles de restablecer	156
7. 3. 2	Las condiciones de la inactividad varían considerablemente	156

7. 3. 3	la localización cambia contantemente	156
7. 4	PROBLEMAS COMUNES	157
7. 5	ESTRATEGIAS PARA REDUCIR TIEMPOS MUERTOS	158
7. 6	ASEGURAR QUE SE MANTENGAN LAS CONDICIONES BÁSICAS DEL EQUIPO	160
7. 7	CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS	161
7. 8	MEJORA DE LAS CAUSAS CRÍTICAS DE TIEMPOS MUERTOS	174
7. 8. 1	Cambio de herramientas	174
8.	MANTENIMIENTO DE CALIDAD	178
8. 1	ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD	178
8. 2	ORGANIZACIÓN DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD	179
8. 2. 1	Supervisión organizada	180
8. 2. 2	Inspección organizada	180
8. 2. 3	Función calidad formando parte del departamento de producción	181
8. 2. 4	Función de calidad autónoma	181
8. 2. 5	Autocontrol	182
8. 3	FUNCIÓN DEL DIRECTOR DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	183
8. 4	PREVENCIÓN DEL PRODUCTO FUERA DE ESPECIFICACIONES	185
8. 5	COORDINACIÓN Y CONTROL	188
8. 6	INGENIERÍA DE CALIDAD	191

8. 6. 1	Características de calidad	192
8. 6. 1. 1	Diagrama Ishikawa	193
8. 6. 1. 2	Diagrama de Pareto	196
8. 6. 1. 3	Diagrama causa efecto	200
8. 7	REDUCCIÓN DE DEFECTOS DE CALIDAD	207
8. 7. 1	Características generales de los defectos crónicos de calidad	208
8. 7. 2	Estrategias para reducir los problemas crónicos	209
9	CONCLUSIONES	213
	RECOMENDACIONES	214
	BIBLIOGRAFÍA	216

## LISTA DE CUADROS

**Pág.**

Cuadro 1. Historia de T.P.M. en Japón	17
Cuadro 2. Relación entre T.P.M. , mantenimiento productivo y mantenimiento preventivo	23
Cuadro 3. Metas de mejoras de pérdidas crónicas	34
Cuadro 4. Elementos de la efectividad global del equipo	35
Cuadro 5. Muestro de condiciones de efectividad global	41
Cuadro 6. Cero averías en cuatro fases	57
Cuadro 7. Formato sugerencias de los operadores	79
Cuadro 8. Estándar limpieza y lubricación	86
Cuadro 9. Estándar limpieza y lubricación	87
Cuadro 10. Estándar limpieza y lubricación	88
Cuadro 11. Estándar limpieza y lubricación	89
Cuadro 12. Estándar limpieza y lubricación	90
Cuadro 13. Estándar limpieza y lubricación	91
Cuadro 14. Lista de chequeos	96
Cuadro 15. listas de chequeo	97
Cuadro 16. Listas de chequeos	98
Cuadro 17. Listas de chequeo	99
Cuadro 18. Intervalo de inspección	100
Cuadro 19. Solicitud de servicio de mantenimiento	116
Cuadro 20. Control de órdenes de trabajo	129
Cuadro 22. Causas de paradas	150

Cuadro 23. Causa de paradas	150
Cuadro 24. Causa de paradas	151
Cuadro 25. Causa de paradas	151
Cuadro 26. Causa de paradas	152
Cuadro 27. Causa de paradas	152
Cuadro 28. Causa de paradas	153
Cuadro 29. Causa de paradas	153
Cuadro 30. Causa de paradas	154
Cuadro 31. Causa de paradas	154
Cuadro 32. Causa de paradas	155
Cuadro 33. Causa de paradas	155
Cuadro 34. Eficacia global del equipo	163
Cuadro 35. Eficacia global de equipo	165
Cuadro 36. Eficacia global del equipo	167
Cuadro 37. Eficacia global del equipo	169
Cuadro 38. Cálculos para el Pareto	201

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
Tabla 1. Procesos y características de calidad	196
Tabla 2. Características del paretograma	203

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Relación entre las seis grandes causas principales de pérdidas	37
Figura 2. Combinación de causas de averías	52
Figura 3. Actividades para averías cero	53
Figura 4. Roles de los departamentos operación y mantenimiento	56
Figura 5. Programa T.P.M.	61
Figura 6. Flujo de solicitud de servicio	123
Figura 7. Hoja de vida de los equipos	133
Figura 8. Distribución por sistemas	144
Figura 9. Sistema de codificación de maquinaria	145
Figura 10. Flograma del proceso en la sección de latonería	148
Figura 11. Goiti Nishimbo	162
Figura 12. Goiti Nishimbo	164
Figura 13. Goiti Fagor	166
Figura 14. Mebusa 1	168
Figura 15. Mebusa 2	170
Figura 16. Mebusa 3	171
Figura 17. Mebusa 4	172
Figura 18. Cortadora Guifil	173
Figura 19. Cortadora Griebel	174

Figura 20. Herramientaje auxiliar	177
Figura 21. Estandarización del herramientaje	178
Figura 22. Formas de la flecha horizontal	195
Figura 23. Diagrama ishikawa	195
Figura 24. Paretograma	202
Figura 25. Diagrama causa efecto	205
Figura 26. Diagrama causa efecto	206
Figura 27. Diagrama causa efecto	207

## GLOSARIO

**DIAGRAMA DE PARETO:** Herramienta gráfica para clasificar causas, desde la más significativa hasta la menos significativa. Se basa en el principio de Pareto, definido primero por J. M Juran. Este principio 80:20 sugiere que el 80% de los efectos surgen del 20% de las posibles causas. El diagrama de Pareto es una de las herramientas básicas de la solución de problemas.

**DIAGRAMA ISHIKAWA:** Comúnmente conocido como “espina de pescado”. Originalmente desarrollado por el profesor Kauro Ishikawa para mostrar las causas (proceso) y el efecto (resultado). El diagrama se utiliza para determinar las causas reales, y es una de las siete herramientas básicas para la solución de problemas.

**ESTANDARIZACIÓN:** La estandarización es una de las tres bases de las actividades del modelo operacional Gemba Kaizen, y significa la documentación de la mejor forma de realizar el trabajo.

**ESTÁNDAR(ES):** Una mejor forma de realizar el trabajo, es decir, un conjunto de políticas, reglas, instrucciones y procedimientos establecidos por la gerencia para todas las operaciones importantes, que sirven como pautas para que todos los empleados desempeñen sus tareas de tal forma que aseguren buenos resultados.

**OUTPUT:** Es la salida del material en un proceso.

**RALENTIZAR:** Es llevar un proceso a su máxima disminución de energía o de intensidad, disminuyendo con esto la producción.

## **BIBLIOGRAFÍA**

FUGIMO, Gotoc. Diseño de la prevención del mantenimiento. Massachusetts: Productivity Press, 1991. 272 p

HODSON, Willian K. Manual del ingeniero industrial. México: Graw Hill, Vol 3, 1998, 450 p

Nakajima, Seiichi. Programa de desarrollo del T.P.M. . Massachusetts: Productivity Press, 1993. 428 p

PÉREZ J. Carlos Mario. Gerencia de mantenimiento y sistema de información. Bogotá: Soporte y Cía Ltda., 1990. 280 p

ROSALER, Rober C. Manual de mantenimiento industrial. Bogotá: Mc Graw Hill, Vol 3, 1979. 250 p

## **1. LA EMPRESA**

### **1.1 RESEÑA HISTÓRICA**

**INDUFRIAL S.A.** surgió por la iniciativa del señor ENRIQUE ZUREK MESA en el año de 1956, al fondo de un pequeño garaje ubicado en la calle del Tejadillo de la ciudad de Cartagena de Indias. ENRIQUE ZUREK MESA junto con un pequeño puñado de hombres y un pequeño capital inicia la historia de la refrigeración comercial.

Después de muchos ensayos y de intenso trabajo, se produce el primer modelo de enfriador con capacidad para 200 botellas de gaseosas y de cervezas.

Los primeros modelos se venden a la firma LARSEN Y GAVASSA Y CIA que tiene sucursales en Bogotá y Cúcuta.

Posteriormente el señor ALFONSO PEREIRA MORALES demostró también el interés por estos enfriadores y le fueron vendidas algunas unidades. En el curso de estas negociaciones el señor ALFONSO PEREIRA MORALES, se hace socio de la firma. Con su apoyo y colaboración ingresaron socios como los señores

ANTONIO ARAUJO, ARVELIO GARCÍA, y JORGE TAUA SUÁREZ, para consolidar el capital de la empresa, y empezar así con bases firmes. En seguida se realiza la primera gran venta a la empresa BAVARIA, fabricándose 200 enfriadores de botellas con serpentín de refrigeración en el tanque.

Después de esta primera etapa el señor ENRIQUE ZUREK MESA, recibe la colaboración de otros empresarios cartageneros, señores ANTONIO ARAÚJO, ARVELIO GARCÍA y JORGE TAUA.

En 1960 se echan las bases para el gran desarrollo de INDUFRIAL S.A. con la adquisición de 10.000 mts. cuadrados en el barrio El Bosque con destino a la planta sede. Tiempo después, se adquieren 6.000 Mts cuadrados más aledaños para nuevas ampliaciones.

la empresa ha progresado y está en capacidad de producir aparatos de refrigeración domésticos, comercial e industrial, pero actualmente, por la demanda del mercado dedica su capacidad instalada en la planta exclusivamente a la refrigeración comercial.

Actualmente la empresa sigue evolucionando de acuerdo al mercado y es así como ha realizado cambios para adaptarse a dicha evolución. Sus cambios han ido desde una reorganización completa de la planta, mejoramiento de los métodos de trabajo y adquisición de nueva maquinaria para ampliar su capacidad de producción.

La empresa tiene actualmente modelos de aparatos de refrigeración comercial que han nacido dentro de la familia **INDUFRIAL S.A**

## **1.2 UBICACIÓN**

**INDUFRIAL S. A.** se encuentra ubicada en la ciudad de Cartagena de Indias, en el sector industrial de El Bosque, en la calle 21 No 49 - 39, donde está la planta productora con su sede administrativa.

## **1.3 ORGANIZACIÓN**

La Presidencia y la Gerencia Administrativa tienen el alto gobierno de la empresa. Le siguen, en el orden jerárquico, la Gerencia de Departamento.

La Gerencia Administrativa en su doble carácter coordina los otros departamentos que a continuación se nombrarán y que le reportan a ella sus secciones, que son: Contabilidad con sus auxiliares, Auditoría, Facturación, Cartera, Centro de Cómputos, Inventarios y Personal (Con Portería y Celaduría).

La Gerencia Financiera y de Materiales; le corresponde el análisis, diagnóstico, Estudio y Asesoría Financiera de la empresa; además, es responsable del abastecimiento oportuno y adecuado de la materia prima. Se apoya en un asesor y en las jefaturas de Compras Nacionales, e Importaciones y en la eficiencia del almacén.

La Gerencia de Producción; prepara y garantiza el cumplimiento de los programas de producción a un conveniente ritmo de artefactos, suficiente para abastecer la demanda del mercado. Como apoyo a esta Gerencia, existen profesionales asistentes encargados de coadyuvar en el logro de los objetivos de producción.

La Gerencia de Ventas; trabaja con más de 250 distribuidores en todo el país y la coordinación de cuatro Gerentes de zona ubicados en Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena.

Esta Gerencia atiende también, las exportaciones de Indufrial y estudia los fenómenos y perspectivas de los mercados nacionales e internacionales.

El Departamento de Ingeniería, con sus secciones: Diseño y Prototipo, Control de Calidad y Servicios de Garantía.

#### **1. 4 MISIÓN Y VISIÓN DE INDUFRIAL S.A.**

**1. 4. 1 Visión INDUFRIAL S.A.** El bienestar de los Colombianos prima sobre cualquier anhelo particular. Creemos en nuestra gente, en su futuro, aportando física e intelectualmente todo lo que esté a nuestro alcance para ser siempre mejores, en beneficio de quienes tengan relaciones directas e indirectas con nuestra gestión y así mantener el liderazgo en nuestro negocio a través de la

eficiencia y la laboriosidad de nuestros hombres de trabajo, hasta alcanzar la excelencia de todo lo que hagamos. Los beneficios obtenidos serán la gratificación de haber cumplido con la satisfacción de nuestros usuarios y la mejor vida de nuestros colaboradores.

**1. 4. 2 Misión INDUFRIAL S.A.** Producir y mercadear artefactos de refrigeración comercial e industrial, para los usuarios de América en forma razonablemente rentable, mediante la filosofía de mejoramiento continuo.

Queremos ser la industria más grande del sector, en líneas de productos, capacidad de producción y participación en el mercado, con sede en el norte de Sudamérica.

**Con el mundo:** Estaremos en la vanguardia y apoyaremos cualquier cambio tecnológico, viable en nuestro país, en la prolongación de la vida y bienestar de todos aquellos seres que se encuentran en nuestro entorno. La ecología será sinónimo de **INDUFRIAL**.

**Con el usuario:** Nuestro objetivo, satisfacerlo en sus necesidades de frío para conservar apropiadamente su alimentos.

Ganarnos su aceptación a través de nuestros productos, por encima de la competencia, mediante el sistemático análisis de sus necesidades.

**Con el distribuidor:** Ofrecerle la línea más completa de productos especializados, apoyándolo en su crecimiento económico con productos rentables, en el sitio y el tiempo que lo requiera.

**Con la organización:** Objetivo: Rentabilidad.

Los beneficios nos permiten, supervivencia, en términos de calidad total (Investigación y desarrollo, conquista de mercados, soporte para períodos predecibles o no, de cambios en las políticas del gobierno, expansión en nuevas plantas de fabricación y compra de otras industrias ).

**Con Cartagena :** Nuestra patria chica!

Objetivo: Participar intensamente en su desarrollo, urbano, social y político para el bienestar de su gente.

Para poder cumplir con estos propósitos y lograr alcanzar la meta trazada, tres objetivos caracterizan a la empresa:

**a. Investigación de mercados:** Se realizan en forma permanente y ha posibilitado el conocimiento de los cambios sucedidos en el campo de los electrodomésticos y en especial en el de la refrigeración comercial.

**b. Diseños funcionales:** Se deducen de la investigación de mercados y la idoneidad del Departamento de Ingeniería.

**c. Control de calidad:** (Dentro del departamento de ingeniería). El control de calidad se lleva a cabo en las materias primas, productos en proceso y en los productos finales.

Sólo así, le ha sido posible a la empresa mantener a través de los años una calidad a toda prueba.

## **1.5 DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN**

**1.5.1 Funciones del Departamento de Producción.** Es la encargada del diseño del producto, planeación de la producción, aseguramiento de la calidad, mantenimiento, implantación de métodos y procedimientos de trabajo.

**1.5.2 Organización del Departamento de Producción.** Esta área se encuentra organizada de la siguiente forma:

- **Gerente de producción.**
- **Director de fabricación.**

- **Director de desarrollo.**
- **Director de aseguramiento de la calidad.**
- **Director de Mantenimiento.**
- **Director de ingeniería Industrial y logística.**

### **1. 5. 3 Secciones del proceso de producción.**

**1. 5. 3. 1 Sección Latonería.** En ella se realizan las operaciones de corte, troquelado y doblado de las diferentes láminas metálicas que van a ser parte del producto final.

**1. 5. 3. 2 Sección Soldadura.** Le corresponde el subensamble de cada una de las piezas metálicas correspondientes que conforman el gabinete exterior del aparato; lo mismo, que el corte, punzonado y armado de la base del aparato.

**1. 5. 3. 3 Sección Tubería.** Hace el subensamble de cada una de las partes de acero galvanizado para conformar el tanque interior de los aparatos y fabrican así mismo, los serpentines y evaporadores de tubería, aplicándolos a dichos tanques con los cuales se forma el circuito cerrado o sistema de refrigeración.

**1. 5. 3. 4 Sección Pintura.** A esta sección corresponde el proceso de limpieza, preparación de la lámina, pintura electrostática y curado de la pintura de todas y cada una de las piezas y subensambles metálicos.

**1. 5. 3. 5 Preparación de Inyección.** Esta sección tiene la función de ensamblar tanque y gabinete del aparato, previo sellado de todas las juntas, orificios y uniones que se encuentren en estas piezas, todo esto con miras a evitar la pérdida de espuma de poliuretano al momento de ser aplicada.

**1. 5. 3. 6 Sección Poliuretano.** En esta sección se inyecta al subensamble gabinete-tanque que ha sido previamente preparado con la espuma de poliuretano, para que sirva como aislante térmico entre el interior del aparato y el gabinete.

**1. 5. 3. 7 Sección Refrigeración.** Realiza el soplado de la tubería que conforma los serpentines o evaporadores del tanque interior. Se hace el subensamble de ese tanque interior colocándolo dentro del gabinete exterior; después monta la unidad condensadora y la parte eléctrica, para luego, una vez hecho al vacío cargar el aparato con gas refrigerante.

**1. 5. 3. 8 Sección Armadura.** En esta sección se realiza el subensamble de cada una de las piezas que van a conformar el terminado y presentación del producto. Además allí se llevan a cabo las pruebas o ensayos de funcionamiento con la intervención del departamento de Ingeniería.

**1. 5. 3. 9 Despachos.** Esta sección depende directamente del Departamento y Gerencia de Ventas y está encargada de recibir, almacenar y preparar la madera

para el empaque de los artefactos que han de salir de la fábrica con destino a los distribuidores y a la exportación según órdenes de ventas.

**1. 5. 4 Capacidad Instalada.** Las actuales instalaciones de Indufrial S. A están calculadas para producir aproximadamente, bajo condiciones normales, 3000 Und/mes repartidas así:

Botelleros: 290 und.

Congeladores: 290 und.

Neveras: 2400 und.

Vitrinas: 20 und.

La fábrica trabaja en todas sus secciones con un turno diurno (7:00 a.m.. a 5:00 p.m., con un descanso a las 12:00 a.m.. de una hora) exceptuando la sección de Latonería con tres máquinas troqueladoras que laboran las 24 horas del día con tres turnos cada uno de 8 horas (6:00 a.m.. a 2:00 p.m. ; 2:00 p.m. a 10:00 p.m. y 10:00 p.m. a 6:00 a.m.).

## 2. INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

### 2.1 ¿QUÉ ES MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL?

**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL** (TPM por sus siglas en inglés), es un concepto nuevo en cuanto a el involucramiento del personal productivo en el mantenimiento de plantas y equipos. La meta del T.P.M. es incrementar notablemente la productividad y al mismo tiempo levantar la moral de los trabajadores, y su satisfacción por el trabajo realizado. El sistema T.P.M. nos recuerda el concepto tan popular de T.Q.M., manufactura de calidad total que surgió en los setentas y se ha mantenido tan popular en el mundo industrial. Se emplean muchas herramientas en común, como la delegación de funciones y responsabilidades cada vez más alta en trabajadores, la comparación competitiva, así como la documentación de los procesos para su mejoramiento y optimización.

Filosóficamente el T.P.M. recuerda como se dijo antes, algunos aspectos valiosos del T.Q.M. (manufactura de la calidad total o también gerencia de calidad total), entre ellos:

- El compromiso total por parte de los altos mandos de la compañía, es indispensable.

- El personal debe tener la suficiente delegación de autoridad para implementar los cambios que se requieran.
- Se debe tener un panorama a largo plazo, ya que su implementación puede tomar desde uno hasta varios años.
- También deberá tener lugar un cambio en la mentalidad y actitud de toda la gente involucrada en lo que respecta a sus nuevas responsabilidades.

T.P.M. le da un nuevo enfoque al mantenimiento como una parte necesaria y vital dentro del negocio. Se hace a un lado el antiguo concepto de que esta es una actividad improductiva y se otorgan los tiempos requeridos para mantener el equipo que ahora se consideran como una parte del proceso de manufactura. No se considera ya una rutina a ser efectuada sólo cuando el tiempo o el flujo de material lo permitan. la meta es reducir los paros de emergencia, los servicios de mantenimiento inesperados se reducirán a un mínimo.

## **2. 2 DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

Hace más de treinta años y para mejorar el mantenimiento de los equipos, Japón introdujo el concepto de mantenimiento preventivo existente en los Estados Unidos. Las posteriores incorporaciones incluían el mantenimiento productivo,

ingeniería de fiabilidad, etc. Cuando ahora nos referimos al Mantenimiento Productivo Total, se trata en realidad de mantenimiento productivo al estilo americano, modificado e intensificado para adaptarlo al entorno industrial japonés.

En la mayoría de las compañías americanas, los equipos de mantenimiento realizan este en toda la fábrica, aplicando una división del trabajo del tipo “yo opero tu arreglas”. Contrariamente, muchas corporaciones japonesas han modificado el Mantenimiento Preventivo americano de forma que todos los empleados puedan participar. El Mantenimiento Productivo Total, definido a menudo como mantenimiento productivo realizado por todos los operarios, se basa en el principio de que la mejora de equipos debe implicar a toda la organización, desde los operadores de la cadena hasta la alta dirección.

La innovación principal del T.P.M. radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías.

En su esfuerzo para lograr la eliminación de averías, el T.P.M. promueve una producción libre de defectos, una producción justo a tiempo y automatización.

**Cuadro 1. Historia del Mantenimiento Productivo Total en Japón**

	<b>Años 50</b>	<b>Años 60</b>	<b>Años 70</b>
	<b>Mantenimiento</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Mantenimiento</b>

<b>Época</b>	<b>preventivo</b> Establecimiento de funciones de mantenimiento	<b>productivo</b> Reconocimiento de la importancia de la fiabilidad, mantenimiento y eficiencia económica en el diseño de planta	<b>productivo total</b> logro de la eficiencia del PM. con un sistema comprensivo basado en respeto a personas y participación total de empleados.
<b>Enfoque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mantenimiento preventivo 1951</li> <li>• Mantenimiento productivo 1954</li> <li>• Mejora de la mantenibilidad 1957</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevención del mantenimiento 1960</li> <li>• ingeniería de fiabilidad 1962</li> <li>• ingeniería de mantenibilidad 1962</li> <li>• Ingeniería económica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciencias de la conducta</li> <li>• Ingeniería de sistemas</li> <li>• Logística</li> </ul>
<b>Eventos principales</b>	<p>1951 Toa Nenryo es la primera compañía en usar mantenimiento preventivo estilo americano</p> <p>1953 20 compañías forman un grupo de investigación mantenimiento preventivo</p> <p>1958 George Smith promueve el mantenimiento preventivo en Japón</p>	<p>1960 primera convención sobre mantenimiento</p> <p>1962 Una empresa japonesa envía misión a Estados Unidos para estudiar el mantenimiento de equipos</p> <p>1963 Japón asiste a convención de mantenimiento de equipos (Londres)</p>	<p>1970 Convención internacional de mantenimiento de equipos en Tokio</p> <p>1970 Japón asiste a convención internacional de mantenimiento de equipos</p> <p>1971 Japón asiste a convención internacional de mantenimiento de equipos (Los Ángeles)</p> <p>1973 Japón asiste a convención internacional de tecnología en Bristol</p> <p>1974 Japón asiste a congreso de mantenimiento</p> <p>1980 Japón asiste a congreso de mantenimiento de Equ.</p>

**2. 2. 1 Historia del Mantenimiento Productivo Total.** En realidad el mantenimiento productivo total es una evolución de la Manufactura de Calidad Total, derivada de los conceptos de calidad con que el doctor W. Edwards Deming´s influyó tan positivamente en la industria japonesa. El Dr. Deming inició

sus trabajos en Japón poco después de terminarse la segunda guerra mundial. Como experto en estadística el Dr. Deming comenzó por mostrar a los japoneses como podrían controlar la calidad de sus productos durante la manufactura mediante análisis estadísticos.

Al combinarse los procesos estadísticos y sus resultados directos en la calidad con la ética de trabajo propia del pueblo japonés, se creó toda una cultura de la calidad, una nueva forma de vivir. De ahí surgió T.Q.M. (Total Quality Management ) un nuevo estilo de manejar la industria.

En los años recientes se le ha denominado más comúnmente como Total Quality Manufacturing, o sea, Manufactura de Calidad Total.

Cuando la problemática del mantenimiento fue analizada como una parte del programa de T.Q.M., algunos de sus conceptos generales no parecían encajar en el proceso. Para entonces ya algunos procedimientos de mantenimiento preventivo ahora ya obsoletos se estaban aplicando en un gran número de plantas.

Usando las técnicas del Mantenimiento Preventivo, se desarrollaron horarios especiales para mantener el equipo en operación. Sin embargo esta forma de mantenimiento resultó costosa y a menudo se daba a los equipos un mantenimiento excesivo en el intento de mejorar la producción. Se aplicaba la idea errónea de que "si un poco de aceite es bueno, más aceite debería ser

mejor". Se obedecía más al calendario de mantenimiento preventivo que a las necesidades reales del equipo y no existía o era mínimo el involucramiento de los operadores de producción. Con frecuencia el entrenamiento de quienes lo hacían se limitaba a la información (a veces incompletas, otras equivocadas), contenida en los manuales.

la necesidad de ir más allá que solo programar el mantenimiento de conformidad a las instrucciones o recomendaciones del fabricante como método del mejoramiento de la productividad y la calidad del producto, se puso de manifiesto, especialmente entre aquellas empresas que estaban comprometiéndose con programas de Calidad Total.

Para resolver esta discrepancia y aun mantener congruencia con los conceptos de T.Q.M., se le hicieron ciertas modificaciones a esta disciplina. Estas modificaciones elevaron el mantenimiento al estatus actual en el que es considerado como una parte integral del Programa de Calidad Total.

El origen del término **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL** se ha discutido en varios escenarios. Mientras algunos piensan que fue iniciado por los fabricantes americanos hace más de 40 años, otros lo asocian al plan que se usaba en la planta NIPPODENSO, una manufacturera de partes eléctricas automotrices de Japón a fines de los sesentas. Seiichi Nakajima un alto funcionario del instituto japonés de Mantenimiento de la Planta, recibe el crédito de

haber definido los conceptos de T.P.M. y de ver por su implementación en ciertas plantas de Japón.

Los libros y artículos de *Nakajima* así como otros autores japoneses y americanos comenzaron a aparecer a fines de los ochentas. En 1990 se llevó a cabo la primera conferencia en la materia en los Estados Unidos.

Hoy día, varias empresas de consultoría están ofreciendo servicios para asesorar y coordinar los esfuerzos de empresas que desean iniciar sus plantas en el promisorio sistema **T.P.M.** .

**2. 2. 2 T.P.M. y el futuro del mantenimiento.** Hasta los años setenta, el mantenimiento preventivo en Japón consistía en mantenimiento preventivo o temporal lo que suponía servicio y revisión periódicos. Durante los ochenta, el mantenimiento preventivo fue rápidamente reemplazado por el mantenimiento predictivo o basado en las condiciones . El éxito del **Mantenimiento productivo Total** depende de nuestra capacidad para conocer continuamente el estado del equipo para predecir y evitar fallos.

### **2. 3 ¿ COMO FUNCIONA EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL ?**

El Mantenimiento productivo Total es mantenimiento realizado por todos los empleados a través de actividades de pequeños grupos. Igual que el T.Q.C., que significa control total de la calidad en el conjunto de la compañía, el T.P.M. es

mantenimiento de equipos llevado a cabo en el conjunto de la compañía. El Mantenimiento Productivo Total tiene las siguientes metas:

- Maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficacia global).
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para la vida útil del equipo.
- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos en la implantación del T.P.M. (ingeniería, diseño, producción y mantenimiento.)

Implicar activamente todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores de los talleres.

- Promover el T.P.M. a través de la gestión de la motivación, actividades autónomas en pequeños grupos.

La palabra **TOTAL** en mantenimiento productivo total tiene tres significados relacionados con tres importantes características del T.P.M. :

- Eficacia total: la búsqueda de eficacia económica o rentabilidad.
- P.M. total: la prevención del mantenimiento y mejorar la facilidad del mantenimiento y el mantenimiento preventivo.

- Participación total: el mantenimiento autónomo por la actividad de operadores o pequeños grupos en cada departamento y en cada nivel.

El primer concepto eficacia total (o P.M. rentable) se acentúa en el mantenimiento preventivo y productivo. (ver cuadro 2).

El segundo concepto, P.M. total fue también introducido durante la era del mantenimiento productivo. Significa establecer un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo e incluye la prevención del mantenimiento, que es lo que se procura alcanzar durante las fases de diseño del equipo. Una vez instalado éste, el sistema de mantenimiento total requiere mantenimiento preventivo (P.M. medicina preventiva para el equipo) y mejora de la mantenibilidad ( M.I. reparación o modificación de los equipos para evitar averías y facilitar el mantenimiento).

El último concepto, participación total, que incluye mantenimiento autónomo con actividades de operadores y pequeños grupos, es componente único del T.P.M.

**Cuadro 2. Relación entre Mantenimiento Productivo Total, Mantenimiento Productivo y Mantenimiento Preventivo**

	<b>Características Mantenimiento</b>	<b>Características Mantenimiento</b>	<b>Características Mantenimiento</b>
--	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

	Productivo Total	Productivo	Preventivo
<b>Eficiencia económica</b> Mantenimiento Preventivo rentable	O	O	O
<b>Sistema total</b> Prevención del Mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Mejora de la mantenibilidad.	O	O	
<b>Mantenimiento Autónomo</b> por operarios (actividades pequeños grupos)	O		

## 2. 4 INTRODUCCIÓN DEL T.P.M. EN LA FABRICA

En Japón los tres factores principales para mejoras en los lugares de trabajo son **yakuri** (motivación), **yakude** (competencia) y **yaruba** (entorno de trabajo). El Mantenimiento Productivo Total contiene a los tres: conduce a mejoras corporativas fundamentalmente al mejorar el empleo de trabajadores y equipos. Para eliminar las seis grandes pérdidas debemos primero cambiar la actitud o motivación de las personas y aumentar su habilidad. Debemos también crear un entorno de trabajo que sirva como soporte para la introducción del T.P.M.. Sin embargo, si para atacar el problema, la alta dirección no asume el liderazgo, la transformación necesaria en actitudes, equipos y entornos corporativos, no progresará con suavidad.

**2. 4. 1 El T.P.M. como política básica de la compañía.** El Mantenimiento Productivo Total combina la fijación de metas de arriba abajo, por parte de la alta dirección con actividades abajo arriba de mejora y mantenimiento por pequeños grupos de la línea. La alta dirección tiene que implementar el T.P.M. como política básica de la compañía y establecer metas concretas, tales como aumentar el índice operativo de los equipos en el curso de varios años. El T.P.M. sólo puede tener éxito con la implicación de la alta dirección, si los directivos están determinados a implantar el T.P.M., el éxito está virtualmente garantizado.

Una vez fijadas las metas, cada empleado debe entenderlas y sentirse identificado con ellas y, a continuación, desarrollar actividades en pequeños grupos en el lugar de trabajo para asegurar el éxito. En el T.P.M., los pequeños grupos fijan sus propias metas basándose en el conjunto de las metas de la compañía.

**2. 4. 2 Formación del T. P. M. preliminar.** La mayoría de las personas sienten una resistencia innata hacia los cambios, incluso hacia cambios que se suponen tendrán consecuencias deseables. El Mantenimiento Productivo Total aumenta la calidad y la productividad, reduce los costos, mejora los beneficios y crea un entorno de trabajo favorable. Aun así la alta dirección de muchas compañías cuestionan la eficacia del T.P.M. para sus empresas, incluso después de observar los resultados drásticos de otras empresas. Algunas empresas prefieren el Mantenimiento Preventivo al estilo americano, en el que los operadores manejan el equipo y el personal de mantenimiento realiza las actividades de mantenimiento.

En otras compañías los directores se preocupan por la carga adicional que sufren los operadores y al personal de mantenimiento le preocupa la capacitación de los operadores para llevar a cabo el mantenimiento. Incluso los que tienen una larga y excelente experiencia con el T.P.M. pueden sentirse escépticos en relación con su introducción.

La eliminación de este tipo de resistencia requiere una formación preliminar a todo nivel. En Japón, ha sido suficiente llevar a cabo sesiones de dos días para directores de departamentos y sección, así como para jefes de grupo, mientras sesiones de tres días han funcionado para ingenieros. Los empleados de taller atienden a sesiones de charlas sobre el T.P.M., y sus supervisores les enseñan cómo participar en el programa.

### **3. VISIÓN GENERAL DEL PROGRAMA DE DESARROLLO DEL T.P.M.**

Los pasos específicos para desarrollar un programa de Mantenimiento Productivo Total deben determinarse individualmente para cada compañía. El programa debe ajustarse a los requerimientos individuales, debido a que los tipos de industrias, métodos de producción, condición de los equipos, necesidades y problemas especiales, técnicas y niveles de mantenimiento varían de una compañía a otra.

Hay cinco metas interdependientes, que representan los requerimientos mínimos par el desarrollo del T.P.M. :

- Mejora de la eficacia de los equipos.
- Mantenimiento Autónomo por operadores.
- Programa planificado de mantenimiento, administrado por el departamento de Mantenimiento.
- Adiestramiento para mejorar las habilidades operativas y de mantenimiento.
- Un programa de gestión de equipos inicial para prevenir problemas que puedan surgir durante la puesta en marcha de una nueva planta o un nuevo equipo.

### **3. 1 MEJORA DE LA EFICACIA DE LOS EQUIPOS**

La eficacia o efectividad del equipo es una medida del valor añadido a la producción a través del equipo.

El T.P.M. maximiza la eficacia del equipo a través de dos tipos de actividad:

- Cuantitativa: aumentando la disponibilidad total del equipo y mejorando su productividad dentro de un período dado de tiempo operativo.
- Cualitativa: reduciendo el número de productos defectuosos, estabilizando y mejorando la calidad

La meta del T.P.M. es aumentar la eficacia del equipo de forma que cada parte de el pueda ser manejada óptimamente y mantenida en este nivel. El personal y la maquinaria deben funcionar ambos estables bajo condiciones de averías y defectos cero. Aunque es difícil aproximarse al cero, el creer que los defectos cero pueden lograrse es un requisito importante para el éxito del T.P.M.

### **3. 1. 1 Seis grandes causas de pérdidas que limitan la eficacia del equipo.**

La eficacia del equipo se limita por los seis tipos de pérdidas siguientes.

**3. 1. 1. 1 Pérdidas por averías.** Las averías causan dos tipos de pérdidas: pérdidas de tiempo, cuando se reduce la productividad, y pérdidas de cantidad causadas por productos defectuosos.

Las averías esporádicas, fallos repentinos, drásticos o inesperados del equipo, son normalmente obvias y fáciles de corregir. Las frecuentes averías menores crónicas son por otro lado ignoradas a menudo o descuidadas después de repetidos intentos fallidos de remediarlas. Debido a que las averías esporádicas les corresponde un alto porcentaje de las pérdidas totales, el personal de fábrica invierte mucho tiempo y esfuerzo en buscar modos de evitarlas. Sin embargo, es

extremadamente difícil eliminarlas. Es típico tener que llevar a cabo estudios para aumentar la fiabilidad de equipos y encontrar modos para minimizar el tiempo necesario para corregir los problemas cuando éstos se presentan.

Sin embargo, para maximizar la eficacia del equipo, todas las averías deben reducirse a cero. Esto es realmente posible sin realizar un gran esfuerzo o inversión, aunque algunas inversiones pueden ser necesarias al principio. No obstante, primero es preciso cambiar la filosofía convencional del mantenimiento, la creencia de que las averías son inevitables.

**3. 1. 1. 2 Pérdidas de preparación y ajuste.** Cuando finaliza la producción de un elemento y el equipo se ajusta para atender los requerimientos de un nuevo producto, se producen pérdidas durante la preparación y ajuste al aparecer tiempos muertos y productos defectuosos como consecuencia del cambio. Muchas compañías están ahora trabajando para lograr cambios de útiles en menos de 10 minutos. Trabajando desde la perspectiva de la ingeniería industrial, el tiempo de preparación puede reducirse considerablemente haciendo una distinción clara entre preparación interna (operación que deben llevarse a cabo mientras la máquina esté parada) y preparación externa (operación que puede realizarse mientras la máquina esta todavía en funcionamiento) así como reduciendo el tiempo de la preparación interna.

**3. 1. 1. 3 Inactividad y pérdidas de paradas menores.** Una parada menor surge cuando la producción se interrumpe por un mal funcionamiento temporal o cuando la máquina está inactiva. Por ejemplo, puede que algunas piezas

bloqueen la parte superior de un rampa, causando inactividad en el equipo; otras veces, los sensores alertados por los productos defectuosos paran los equipos. Estos tipos de paradas temporales difieren claramente de las averías. La producción normal es restituida simplemente moviendo las piezas que obstaculizan la marcha y reajustando el equipo.

Este tipo de pequeños problemas causan a menudo un efecto drástico sobre la eficacia del equipo, sin embargo es típico cuando están implicados robots, ensambladores automáticos, cintas transportadoras etc. Aunque las paradas menores y la inactividad se remedien sin dificultad se pasan fácilmente por alto, debido a que frecuentemente son difíciles de cuantificar.

Por esta razón, el alcance de la obstaculización de la eficacia del equipo ocasionado por las paradas menores resulta a menudo poco claro.

La reducción a cero de las pequeñas paradas es una condición esencial para la producción automática. Si han de reducirse las paradas menores, es preciso observar de cerca las condiciones operativas y eliminar todos los pequeños defectos.

**3. 1. 1. 4 Pérdidas de velocidad reducida.** Las pérdidas de velocidad reducida se refieren a la diferencia entre la velocidad diseñada para el equipo y la velocidad real operativa. Es típico que en la operación del equipo la pérdida de velocidad

sea pasada por alto, aunque constituya un gran obstáculo para su eficacia y debería ser cuidadosamente estudiada.

La meta deberá ser eliminar el hueco entre la velocidad diseñada y la velocidad real.

El equipo puede operar a una velocidad inferior a la ideal o de diseño por muchas razones: problemas mecánicos y calidad defectuosa, problemas antecedentes o temor de abusar del equipo o sobrevalorarlo. A menudo, simplemente se desconoce la magnitud de la velocidad óptima. Por otro lado, si se aumenta la velocidad operativa, deliberadamente se contribuye realmente a resolver el problema, ya que se revelarán los defectos latentes según el estado del equipo.

**3. 1. 1. 5 Defectos de calidad y repetición del trabajo.** Los defectos de calidad en los procesos y la repetición de trabajo son pérdidas de calidad causadas por el mal funcionamiento del equipo de producción. En general, los defectos esporádicos se corrigen fácil y rápidamente al normalizarse las condiciones de trabajo del equipo. Estos defectos incluyen aumentos repentinos en la cantidad de defectos u otros fenómenos drásticos. Las causas de los defectos crónicos son por otro lado de difícil identificación.

Los defectos que requieran la repetición de los trabajos deben así mismo considerarse pérdidas crónicas.

La reducción de los defectos y averías crónicas, requieren una investigación cuidadosa y acciones innovadoras para remediarlos. Las condiciones causantes del defecto deben identificarse, y evaluarse los límites de control. La eliminación completa de defectos es siempre la meta principal .

**3. 1. 1. 6 Pérdidas de puesta en marcha.** Las pérdidas de puesta en marcha son pérdidas de rendimiento que se ocasionan durante las fases iniciales de producción, desde la puesta en marcha de la máquina hasta su estabilización. El volumen de pérdidas varía con el grado de estabilidad de las condiciones de proceso; el nivel de mantenimiento del equipo, plantillas y matrices; habilidad técnica del operador, etc. En la práctica, el volumen es sorprendentemente alto. Este tipo de pérdidas están latentes y la posibilidad de eliminarlas es a menudo obstaculizada por falta de sentido crítico que las acepta como inevitables.

El cuadro 3 expone las metas de mejoras para reducir las pérdidas que se han mencionado. El cuadro 4 ilustra los posibles niveles de eficacia global de los equipos.

**3. 1. 2 Medición de la efectividad global del equipo.** La eficacia de un equipo se puede medir utilizando la fórmula :

$$\text{Efectividad global del equipo} = \text{Disponibilidad} \times \text{Tasa de rendimiento} \times \text{Tasa de calidad}$$

**Cuadro 3. Metas de mejoras de pérdidas crónicas**

<b>Tipo de pérdida</b>	<b>Meta</b>	<b>Explicación</b>
1. pérdidas de averías	0	Reducidas a cero en todos los equipos
2. Pérdidas de preparación y ajuste	Minimizar	Reducir los cambios de útiles
3. Pérdidas de velocidad	0	Llevar la velocidad de operación actual a la prevista en diseño, hacer mejoras para elevar la velocidad de diseño
4. Pérdidas de paradas menores e inactividad	0	Reducir a cero para todos los equipos
5. Defectos de calidad y pérdidas de trabajos rehechos	0	Ocurrencias aceptables sólo extremadamente ligeras
6. Pérdidas de rendimiento de arranque	Minimizar	

El T.P.M. no se limita solamente a las averías; más bien eleva el nivel de la eficacia total de equipo mejorando todos los factores relacionados:

- La disponibilidad (tasa operativa) : mejorada por la eliminación de averías, pérdidas en la preparación, ajuste y otras pérdidas por paradas.
- El rendimiento: mejora por la eliminación de las pérdidas de velocidad, paradas menores y tiempos muertos

- La calidad (índice de calidad de los productos): mejora con la eliminación de efectos de calidad en el proceso.

Cuadro 4. Elementos de la efectividad global del equipo

Las tasas de operación, rendimiento y calidad pueden determinarse en cada centro de trabajo, pero la importancia de cada factor varía de acuerdo con las características del producto, equipo y sistemas de producción implicados. Por ejemplo, si los ajustes y averías son elevados, la tasa de operación será baja y si aparecen muchas pequeñas paradas la tasa de rendimiento será baja. Solamente se puede lograr un alto nivel de eficacia del equipo cuando las tres tasas son altas.

Cuando se desea mejorar la eficacia del equipo es necesario aplicar los siguientes principios:

- Realizar mediciones detalladas y exactas.
- Fijar prioridades firmes.
- Establecer directrices o metas claras.

**3. 1. 2. 1 Cálculo de las tasas de operación, de rendimiento, y de calidad.** La figura 1 ilustra la relación entre las seis grandes causas principales de pérdidas y las tres tasas utilizadas para el cálculo de la efectividad de los equipos.

Tiempo de carga se refiere a la disponibilidad neta del equipo durante un período dado, tal como un día o un mes. En otras palabras es el tiempo disponible para

operar menos el tiempo muerto planificado o necesario, tal como interrupción del programa de producción, tiempos de descanso por precaución y reuniones diarias

de taller. El tiempo operativo es el tiempo de carga menos el tiempo que la máquina está parada debido a averías, preparaciones, ajustes, cambio de herramientas y otras paradas. En otras palabras, es el tiempo en el que el equipo está operando realmente.

El tiempo operativo neto es aquel en el que el equipo está operando a una velocidad estable y constante. Las pérdidas de tiempo debidas a paradas menores y de operación a una velocidad menor se descuentan del tiempo operativo.

El tiempo operativo válido es el tiempo operativo neto menos el tiempo que se estima requiere la repetición de los productos defectuosos. Es el tiempo durante el que se fabrican productos aceptables.

Disponibilidad o tasa de operación se basa en la tasa de velocidad operativa y en el tiempo operativo neto. La tasa de velocidad operativa es la relación entre el tiempo ideal o tiempo de ciclo diseñado para el equipo y el tiempo real del ciclo, y refleja las pérdidas por reducción de la velocidad.

Aunque el tiempo diseñado para el ciclo se use a menudo para esta relación, en algunos casos por razones de calidad, la velocidad operativa debe ser más baja que la velocidad de diseño, por ejemplo, cuando por defecto de diseño se obtienen productos por debajo del estándar o cuando al operar a la velocidad de diseño surgen problemas en el equipo. En estos casos se debe calcular el rendimiento utilizando un tiempo de ciclo ajustado. Obviamente, la velocidad debe

determinarse caso por caso. Dependiendo de las condiciones de los equipos, se deberá utilizar alguno de los siguientes métodos:

- Tiempo de ciclo determinado por la velocidad de diseño.
- Tiempo de ciclo basado en condiciones actuales óptimas (cambio de tiempos de ciclo según producto).
- Mejor tiempo de ciclo alcanzado o tiempo de ciclo estimado basándose en equipos similares.

La tasa de operación neta, depende del mantenimiento de una cierta velocidad durante un período de tiempo dado. Por lo tanto, deben tomarse en consideración las pérdidas ocasionadas por paradas menores, así como las ocasionadas por la rectificación de pequeños problemas y ajustes necesarios. Finalmente la velocidad real es irrelevante. El equipo ciertamente puede ser operado a una velocidad más baja, siempre que se pueda mantener una operación estable a largo plazo.

La efectividad global del equipo es el producto de la tasa operativa (disponibilidad), la tasa de rendimiento y la tasa de calidad. Esta medida combina la disponibilidad actual y la velocidad del equipo con la tasa de calidad. Refleja la capacitación del conjunto de la planta.

$$= \frac{\text{tiempo de carga} - \text{tiempo de paradas}}{\text{tiempo de carga}} \quad \text{Disponibilidad}$$

$$\text{Tasa de rendimiento} = \frac{\text{output} \times \text{tiempo de ciclo real} \times \text{tiempo ciclo ideal}}{(\text{tiempo carga} - \text{tiempo paradas}) \times \text{tiempo de ciclo real}}$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{cantidad de productos aceptables}}{\text{cantidad total (input)}}$$

**Efectividad global del equipo = Disponibilidad x Rendimiento x Calidad**

**3. 1. 3 Niveles y metas propuestas para la efectividad global.** Los niveles de la efectividad global difieren dependiendo de cada industria, características del equipo y sistemas de producción implicados. El promedio de la efectividad de equipos era de 40 a 60% en las compañías que investigó el J.I.P.M. (cuadro 5 ). Este estándar puede, sin embargo incrementarse al 85 o 95% a través de diferentes actividades de mejoras T.P.M.

**Cuadro 5. Muestra de condiciones de efectividad global**

<b>Criterios</b>	<b>Maquinaria automática</b>	<b>Ensamblaje automático</b>	<b>Embalaje automático</b>
------------------	------------------------------	------------------------------	----------------------------

1. Efectividad global	51.3 - 78.4	38.0 - 80.7	72.0%
2. Disponibilidad	95 - 98	95	90
3. Rendimiento	54 - 80	95	90
Tasa de velocidad de operación	90 - 100	100	100
Tasa operación neta	60 - 80	40 - 85	80
<b>Observaciones</b>	<b>20 - 40%</b> <b>pérdidas debidas a paldas menores y tiempos muertos</b>	<b>15 - 60%</b> <b>pérdidas debidas a paldas menores y tiempos muertos</b>	<b>20%</b> <b>pérdidas debidas a paldas menores y tiempos muertos</b>

### 3. 2 ELIMINACIÓN DE LAS SEIS GRANDES PÉRDIDAS

**3. 2. 1 Acciones contra las averías.** La mayoría de las personas reconocen que las averías son las causantes de la mayor parte de las pérdidas en la fabricación, pero, por diferentes razones, pocas compañías hacen grandes cosas para reducir el alcance de esas pérdidas. Para tratar estas pérdidas seriamente y comenzar su reducción se requiere en principio de una nueva forma de contemplar las averías .

En japonés, el significado original de término avería (*kosho*) significa, destruir deliberadamente algo viejo. En otras palabras avería significaba un daño causado deliberadamente por acciones humanas. Tal como esto sufiere, las averías de los

equipos son a menudo causadas por supuestos y acciones humanas. Muchos asumen que:

- No es responsabilidad del operador realizar la inspección.
- Todo equipo se avería antes que después.
- Se pueden localizar las averías.

Por lo tanto, no es sorprendente que sea fácil de eliminar las averías. La eliminación es posible solamente si las personas cambian su forma de pensar sobre los equipos y la utilización de los mismos.

Para empezar, las personas relacionadas con el equipo deben reemplazar el supuesto de que todo el equipo eventualmente se avería por la convicción de que todo equipo nunca debería de averiarse. Entonces es más probable de que los demás, incluyendo los operadores, acepten la idea de que los equipos pueden utilizarse de una forma que nunca se averíen. Además, cuando sea aceptado el punto de vista de que todo el mundo es responsable del equipo, los operadores querrán aprender cómo utilizar su propio equipo para que no sufra averías.

Según los estándares industriales japoneses, un fallo o un avería es la pérdida en cierto objeto de una función específica. Sin embargo, puesto que las palabras

función específica son vagas, permanece aparte el significado de avería. Por ello, es de gran ayuda dividir las averías en dos categorías: averías de pérdidas de función y averías de reducción de función.

Para la mayoría el término avería significa un fallo repentino y drástico como consecuencia del cual el equipo se para por completo. Las averías de pérdidas de funciones, son averías inesperadas, son pérdidas claras, porque la producción se para. Esto se llama pérdida de función, o una avería en la que todo el funcionamiento del equipo se para. Aunque la causa se encuentre en una sola función específica, la avería tiene como resultado que todas las funciones del equipo cesen. Sin embargo, no todos los fallos del equipo son de este tipo.

El deterioro (no fallo) del equipo causa otras pérdidas, aunque el equipo puede seguir operando. Los tiempos largos de preparación y ajuste, los tiempos muertos frecuentes y paradas pequeñas, la disminución de la velocidad de fabricación y de tiempos de ciclo, así como el incremento de defectos son todas pérdidas posibles de este tipo. Los problemas relacionados con el deterioro se consideran reducción de función o averías que tienen como resultado diferentes pérdidas (defectos, paradas menores, etc.). Se causan por el deterioro de partes específicas del equipo y se consideran menos serias que las averías de pérdidas de función.

Generalmente, se tiende a pasar por alto las averías de reducción de función. Sin embargo en muchos casos son responsables de la mayor proporción de las pérdidas totales del equipo.

**3. 2. 1. 1 El manejo defectuoso del equipo promueve averías crónicas.** Las averías se vuelven crónicas por dos razones: problemas organizativos y problemas técnicos relacionados con el equipo.

Existen muchas razones estructurales para una respuesta inefectiva de las averías crónicas. Por ejemplo, en muchos departamentos de producción los operadores aceptan la división tradicional y estricta del trabajo entre la producción y el mantenimiento (yo opero tu arreglas) y este no les interesa. En los departamentos de mantenimiento, los trabajos no son adecuadamente adiestrados en las habilidades especializadas requeridas para mantener en buenas condiciones el equipo, que cada día se vuelve más sofisticado. Además, en los departamentos de ingeniería, el exceso de dependencia de los subcontratistas y al falta de tiempo y dinero, tiene como resultado equipos de diseño pobre.

Estos problemas suceden cuando la dirección no tiene suficiente consciencia de la importancia del mantenimiento productivo. Cuando las debilidades en los equipos y la estructura de gestión se vuelve cada vez más evidente, la moral baja y las averías crónicas aumentan.

la dirección es a menudo inconsciente del alcance de las pérdidas ocasionadas por el mantenimiento defectuoso de los equipos. Además de las averías estas pérdidas incluyen el resto de las cinco pérdidas mayores del equipo: incremento del tiempo de preparación y ajuste, frecuentes tiempos muertos y paradas

pequeñas, disminución de la velocidad y tiempo de ciclo, deterioro de la calidad y rendimiento, así como pérdidas de energía y mano de obra. Estas pérdidas equivalen con frecuencia al 30 - 50% de los costos de proceso.

Antes de que pueda comenzar la mejora, es necesario identificar con claridad este tipo de puntos débiles en la gestión de los equipos de la compañía. Las actividades para reducir las averías no pueden comenzar hasta que los directores y supervisores comprendan la importancia fundamental del mantenimiento preventivo para la mejora corporativa. A menos que se asegure su soporte, los esfuerzos técnicos serán inútiles.

**3. 2. 1. 2 Principios básicos para lograr cero defectos.** Los defectos de los equipos son desordenes que causan averías.

Los defectos ocultos permanecen invisibles por una u otra causa y no se atienden. Muchas averías se causan por estos defectos del equipo que no se observan; su revelación y corrección puede reducir las averías a cero.

Las averías causadas por los defectos ocultos son de naturaleza crónica, y ocurren tan a menudo que parecen normales. Por ejemplo, una pérdida de velocidad en el equipo es difícil de discernir, pero de todas formas es un tipo de avería o fallo, una forma de pérdida crónica.

**3. 2. 1. 3 Requerimientos para lograr averías cero.** Son necesarios varios tipos de acciones para descubrir defectos ocultos y tratarlos correctamente.

**- Mantener las condiciones básicas del equipo:** Hay tres factores implicados en el mantenimiento de las condiciones básicas del equipo: limpieza, lubricación y apretado de tornillos. El mantenimiento de estas condiciones básicas evita el deterioro del equipo y ayuda a eliminar las causas potenciales de las averías.

***Limpieza.*** Con la limpieza eliminamos el polvo y la contaminación que causan fricciones, obstrucciones, fugas, funcionamiento defectuoso, defectos eléctricos y disminución de presión en las partes móviles. La limpieza concienzuda previene las averías, los problemas de calidad y el deterioro acelerado que estas condiciones defectuosas puede producir.

El estado de limpieza exige más que una limpieza superficial. Cada rincón y grieta del equipo, plantillas y herramientas deben ser explorados. Con esto no sólo eliminamos la suciedad y el polvo sino que también descubrimos los defectos ocultos como abrasión, tornillos y tuercas sueltos, arañazos, exceso de calor, vibración, ruidos anormales, etc. En efecto la limpieza es inspección. Un trabajador diestro puede a menudo encontrar hasta 200 defectos ocultos en el curso de una limpieza concienzuda de un equipo descuidado por mucho tiempo.

***Lubricación.*** El equipo no puede operar eficazmente sin la reposición del aceite y la lubricación adecuada. Sin embargo, en muchas fábricas se dejan el depósito o el lubricador vacíos y se cubren de polvo y sedimentos. A menudo incluso el pistón de la aceitera está obstruido o gotea.

La negligencia en cuanto a la lubricación causa diferentes pérdidas. Por ejemplo, puede ser la causa directa de averías esporádicas, inesperadas como la abrasión y el exceso de calor, que afectan el estado del conjunto del equipo.

**Sujeción de tornillos.** las piezas de conexión rotas o sueltas, tales como tornillos y tuercas juegan un papel importante en las averías del equipo. Un solo tornillo suelto (por ejemplo, un tornillo de ensamblado en una unidad de cojinetes, matrices, plantillas, o conmutadores de límite o un tornillo de brida en la junta de un tubo) puede causar una avería inmediata. Además un tornillo suelto puede aumentar las vibraciones, a su vez, hacen que otros tornillos se suelten. Esto a su vez produce más vibración y desencadena una reacción en serie que puede traducirse en una avería seria antes de que nadie se de cuenta del problema.

El fallo en las piezas de sujeción es una forma común de defecto oculto. Una compañía descubrió que los defectos en los tornillos y tuercas representaban el 60% de todas las averías.

- **Mantener las condiciones operativas.** Las condiciones operativas son aquellas que requiere el equipo para poder operar a plena capacidad. En los sistemas hidráulicos, por ejemplo, es preciso controlar la temperatura del aceite, la cantidad, la presión, la pureza y el nivel de oxidación. En los paneles instrumentales y de control, hay que regular la temperatura atmosférica, humedad, polvo y vibración. En cuanto a los conmutadores de límite, es preciso considerar

la posición y métodos de ensamblado, la forma de la leva, así como el ángulo y resistencia de unión entre el rodillo de la palanca y la leva.

Las condiciones operativas poco claras o incompletas originan defectos ocultos. Por ejemplo, si el equipo está operando a una velocidad inferior a su estándar, la causa puede ser una o varias condiciones ocultas fuera de estándar. Para eliminar este tipo de defectos, se deben fijar y mantener para cada pieza del equipo y sus partes individuales, condiciones estándares de operación, manipulación y carga. Si se tratan los problemas del equipo sin tener en cuenta estos estándares operativos, la precisión operativa y las condiciones de fabricación no serán estables, y seguirán habiendo averías.

- **Restaurar el deterioro.** Es típico que cuando se produce una avería en el equipo, sólo se reparen las piezas directamente implicadas; el deterioro del equipo, las plantillas y herramientas no se tratan. Por lo tanto, aunque una pieza gastada o rota se sustituya, volverán a aparecer averías porque no se ha establecido el equilibrio entre la precisión, la resistencia en el equipo y las herramientas. Obviamente, el desequilibrio causado en la maquinaria por errores de diseño o fabricación debe ser corregido rectificando estos defectos de diseño. Sin embargo, si la avería ha sido causada en parte por el deterioro oculto de las partes estructurales, la restauración o rediseño parciales no eliminarán las averías.

Por ejemplo, si en una máquina, un árbol motriz se rompe en el punto donde hay una muesca, hay que asegurar defectos tales como vibraciones causadas por la

abrasión de cojinetes, cojinetes con holguras y contragolpes causados por el desgaste de los engranajes, sean tenidos en cuenta y se traten antes de cambiar el árbol o diseñar una nueva muesca.

Con el tiempo, los equipos se deterioran lentamente y se producen averías a medida que se desgastan. Por lo tanto, aunque se restaure y mejore una pieza rota, seguirán ocurriendo averías en otras piezas desgastadas. Llegados a este punto, y antes de pensar en realidad cambios de diseño, conviene retomar los diseños originales y utilizar la inspección y el chequeo para descubrir la causa del deterioro.

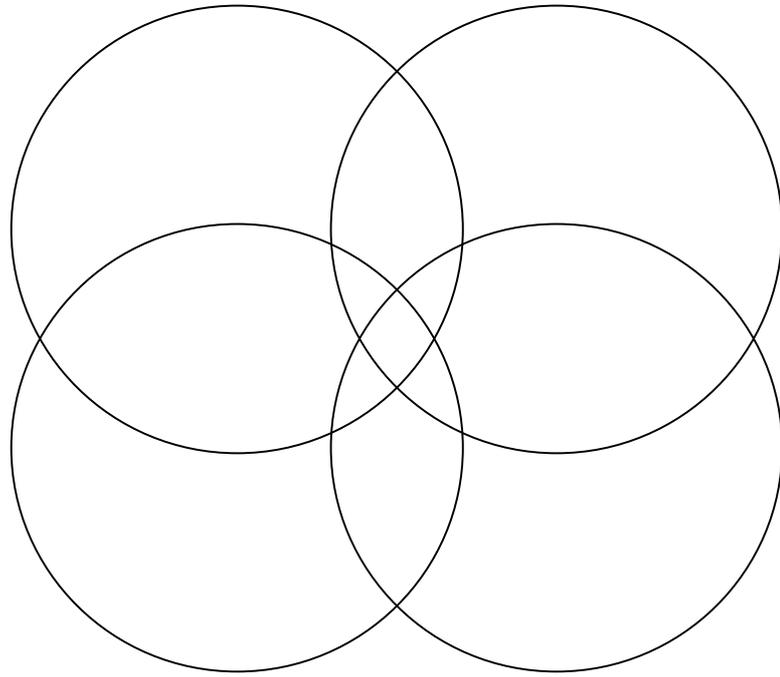
Es importante la estrategia de restablecer el equilibrio entre la precisión y resistencia del equipo cuando se producen fallos, pero este es solamente un atajo para la eliminación de las averías. Para establecer correctamente la operatividad del equipo conviene estandarizar los pasos para descubrir y predecir el deterioro así como los métodos utilizados para su restablecimiento. Se puede realizar el descubrimiento y la predicción a través de chequeos periódicos, aplicando estándares de inspección y técnicas de diagnóstico de máquinas. El restablecimiento operativo debe basarse en los estándares de mantenimiento; también se puede llevar a cabo apoyándose en la destreza y experiencia acumulada por el personal de mantenimiento.

**- Mejorar la destreza operativa y de mantenimiento.** Cuando se piensa en soluciones para averías tendemos a hacer hincapié en los objetos, equipo,

plantillas y herramientas, materiales, etc. Y nos olvidamos del factor humano. En efecto, una amplia formación y adiestramiento de los operadores, diseñadores de equipos y directores soporta cualquier esfuerzo preciso para lograr reducir las averías a cero.

Muchas averías se causan por falta de destreza. Los errores humanos a menudo no se detectan, lo que dificulta su eliminación. Las responsabilidades de los operadores y trabajadores de mantenimiento deben quedar claras y su nivel de destreza debe aumentar por medio de la formación y adiestramiento. Además el T.P.M. requiere nuevas formas de contemplar las averías y los defectos. Por lo tanto, toda formación y adiestramiento comprende dos aspectos: mejorar la destreza y mejorar el conocimiento.

**3. 2. 1. 4 Seguir las actividades para las averías cero.** Las actividades que se han descrito deben seguirse conscientemente. El descuido de alguna de ellas puede desencadenar una avería inmediata; la negligencia de más de un área causa a menudo mal funcionamiento en el equipo de una forma indirecta y oculta (Ver figura 2). Por lo tanto, una o dos actividades de este tipo son normalmente medidas insuficientes para paliar las averías causadas por defectos ocultos. Aunque se utilicen varias estrategias de mejora las averías siguen surgiendo. La figura 3 repasa en detalle las actividades. La eliminación de todos los defectos ocultos es el único camino para eliminar todas las averías.



**Figura 2. Combinación de causas de averías**

### **Figura 3.**

**3. 2. 1. 5 Producción contra mantenimiento.** ¿Porqué se producen las averías?. La raíz de las averías es el factor humano, los supuestos y creencias erróneas de los ingenieros, el personal de mantenimiento y los operadores de los equipos. Las averías no se pueden eliminar hasta que cambien los supuestos y creencias particularmente los que se refieren a la división tradicional del trabajo entre los departamentos de producción y mantenimiento. Los operadores y el personal de mantenimiento deben llegar a un entendimiento mutuo y compartir la responsabilidad de los equipos. De hecho, todo el mundo relacionado con el equipo debe colaborar con el resto y comprender la misión de cada uno. Cada

departamento debe implantar las acciones necesarias para eliminar las averías mencionadas anteriormente.

Los operadores deben:

- Mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, fijación de pernos).
- Mantener las condiciones operativas (operación correcta, e inspección visual).
- Descubrir deterioros, principalmente a través de la inspección visual, y la pronta identificación de señales de anomalías durante la operación.
- Intensificar la destreza en la operación del equipo, preparación y ajuste, así como en inspección visual.

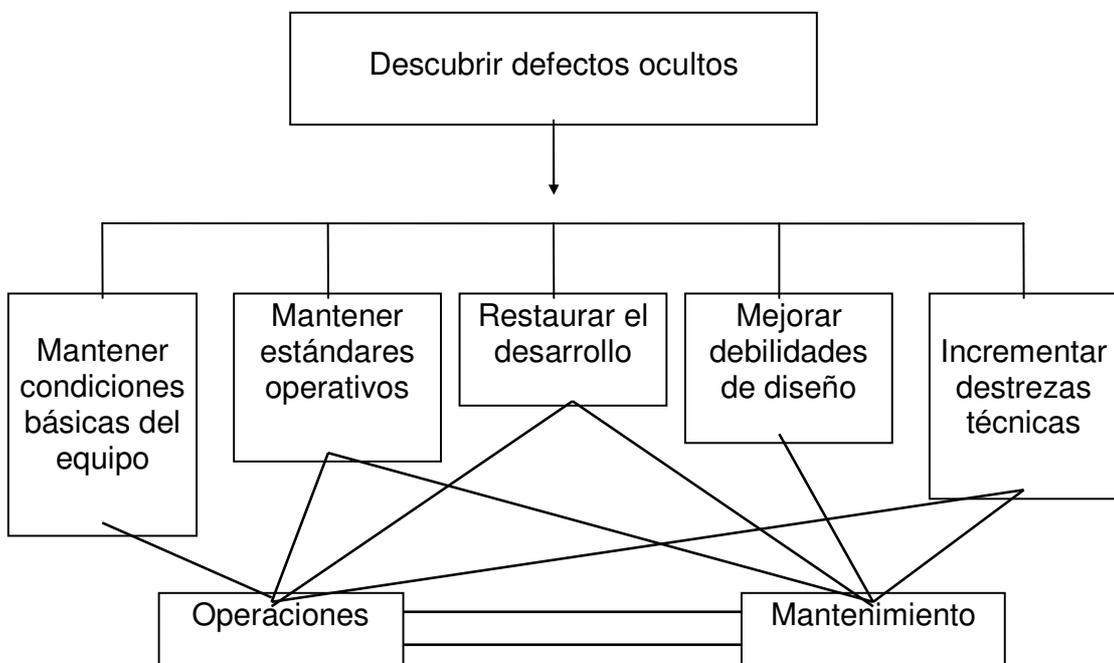
Estas actividades constituyen las responsabilidades autónomas del operador en el mantenimiento.

El personal de mantenimiento debe realizar lo siguiente:

- Proporcionar soporte técnico a las actividades autónomas de mantenimiento del departamento de producción.

- Restablecer la operatividad cuidadosa y precisamente utilizando inspecciones, supervisión de condiciones y repaso general.
- Aclarar los estándares operativos localizando puntos débiles en los diseños y realizando mejoras apropiadas.
- Intensificar la destreza de mantenimiento en lo que se refiere a chequeo, supervisión de condiciones, inspecciones y repaso general.

Estas actividades han sido tradicionalmente responsabilidad del departamento de mantenimiento (Ver figura 4).



#### Figura 4. Roles de los departamentos de operaciones y mantenimiento

**3. 2. 1. 6 Averías cero en cuatro fases.** Las actividades para averías cero no son un programa a corto plazo ni deberían ser implantadas simultáneamente. Se introducen con mayor eficacia mediante cuatro fases consecutivas (Ver cuadro 6). Cada fase tiene su propio contenido.

- Estabilizar los intervalos de los fallos de los equipos (tiempo medio entre fallos M.T.B.F.).

Alargar la vida útil del equipo

- Restaurar periódicamente los deterioros.
- Prever la vida útil del equipo.

**Cuadro 6. Cero averías en cuatro fases**

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Estabilizar tiempo medio entre fallos (MTBF)	Alargar vida equipo	Períodicamente restaurar deterioro	predecir problemas equipo
Restaurar deterioro no chequeado • Tratar defectos visibles Evitar aceleración deterioro • Establecer con-	Corregir debilidades diseño • Corregir debilidades en resistencia y precisión • Seleccionar pie-	Restaurar deterioro a intervalos regulares • Estimar vida útil del equipo • Fijar estándares para inspección	Predecir problemas equipos usando técnicas de diagnóstico • Clarificar y adherirse a estándares

<p>diciones básicas equipo</p>	<p>zas conformables a condiciones operación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corregir debilidades para evitar sobrecargas</li> </ul> <p>Eliminar averías esporádicas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mejorar destreza de operación y mantenimiento</li> <li>• Evitar mala operación</li> </ul> <p>Restaurar apariencia externa del equipo</p>	<p>periódica y test</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fijar estándares para reemplazo periódico de piezas</li> </ul> <p>Usar los sentidos para detectar deterioro interno</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar deterioro que presente señales de alarma</li> <li>• identificar tipos de señales de alarma</li> <li>• Aprender a detectar señales de alarma</li> </ul>	<p>operacionales</p> <p>Realizar análisis técnicos de fallos catastróficos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar roturas superficiales</li> <li>• Analizar fatiga material</li> <li>• Analizar desgaste engranajes</li> <li>• Tomar medidas para ampliar vida equipo</li> <li>• Restaurar periódicamente</li> <li>•</li> </ul>
--------------------------------	--	--	--

### 3.3 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO POR OPERADORES

El mantenimiento autónomo por operadores es una de las características más particulares que distingue al T.P.M. Sin embargo, cuanto más tiempo haya funcionado una compañía de acuerdo con el concepto de división de trabajo, más convencidos estarán sus empleados de que el trabajo de los operadores y el de los trabajadores de mantenimiento deben estar estrictamente separados.

Los operadores que estén acostumbrados a pensar “yo opero-tu arreglas” tendrán dificultades para aprender “yo soy responsable de mi propio equipo“. Todos los empleados deben estar de acuerdo en que los operadores son responsables del mantenimiento de su propio equipo; además, los mismos operadores deben ser adiestrados según las exigencias del mantenimiento autónomo.

En muchas fábricas, los operadores verifican y lubrican su propio equipo, pero a menudo lo hacen a regañadientes, sin entusiasmo ni conocimiento. Por ejemplo, un trabajador puede rellenar la hoja diaria de inspección con varios días de antelación y olvidar reponer al distribuidor de aceite. Este tipo de descuido puede traducirse en abrasión, desgaste, vibraciones, suciedad y deterioro, y puede conducir a averías y defectos de calidad en el proceso.

Los principios básicos de la administración industrial se conocen por las Cinco Eses: *seiri* (organización), *seiton* (orden), *seiso* (pureza), *seiketsu* (limpieza) y *shitsuke* (disciplina).

Estos principios se implantan a menudo solamente en un nivel superficial (es decir, pintura de suelos y equipos), a la vez que el mantenimiento real de los equipos es inadecuado, es decir, negligencia en el interior de los equipos como, por ejemplo, las piezas giratorias. Esta superficialidad se evita en el mantenimiento autónomo T.P.M., desglosando el adiestramiento y la práctica en cinco pasos. Los operadores deben dominar perfectamente las tareas de cada paso antes de conocer el siguiente. Por ejemplo en el paso 1, limpieza inicial, los operarios aprenden que la limpieza a fondo es un proceso de inspección. Aprenden a realizar unos controles rigurosos de limpieza diarios, así como las técnicas de lubricación y sujeción de tornillos.

## **4. DESARROLLO DEL PLAN MAESTRO PARA LA IMPLANTACIÓN DEL T.P.M.**

### **4.1 PROCESO DE PREPARACIÓN DEL PROYECTO**

De acuerdo con el marco conceptual T.P.M. se consideró el siguiente plan de trabajo(Ver figura 5):

### **4.2 ORGANIZACIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN**

Para la implantación del proyecto T.P.M. se diseñó la siguiente estructura:

**4.2.1 Creación del Comité T.P.M.** Este comité está conformado por el grupo profesional de máximo nivel encargado de la dirección de las operaciones productivas de la empresa. Este comité está formado por las siguientes personas: El Gerente de Producción, Ingeniero Javier Zurek; el Director de Mantenimiento, Ingeniero Elmer Fajardo Ospino; Ingeniero Luis Morales Eckard, Asistente de Producción; y Hernando Cadena y Miguel Quiñones, autores del proyecto.

El comité asumiría las siguientes funciones para la buena gestión del proyecto:

- Establecer las políticas, objetivos y metas del proyecto T.P.M.
- Definir las áreas piloto en las que se realizarían las experiencias prácticas de implantación.
- Aprender los conceptos y principios del T.P.M. con el objeto de contar con el conocimiento necesario para una correcta dirección.
- Motivar al personal involucrado para llevar a buen fin las experiencias y su posterior multiplicación a otras áreas.
- Evaluar el avance del proyecto.
- Coordinar el progreso armónico del T.P.M. en la sección elegida para desarrollar el proyecto.

**4. 2. 2 Equipos piloto.** Es la figura organizativa que se empleará para la implantación de cada uno de los procesos del T.P.M.

Están conformados por el personal operativo de la sección de latonería de **INDUFRIAL S.A.** y mandos que intervienen en el tema de estudio seleccionado como experiencia piloto de mejora.

**4. 2. 3 Organización informal (encuentros, reuniones y presentaciones).** Se realizó una sesión informativa al equipo de dirección sobre lo que implica un proyecto T.P.M., beneficios y estrategias a seguir. En esta sesión participaron las áreas de producción y personal de mantenimiento de la empresa Tubos del Caribe S.A. Como resultado de esta sesión se esperó lograr un total apoyo al proyecto y la unificación de objetivos a buscar.

Se emplearon encuentros y presentaciones como medio para compartir información y conocer los resultados parciales y finales del desarrollo del programa T.P.M.

#### **4. 3 NECESIDAD DEL PROYECTO**

La función de producción de INDUFRIAL S.A. ha consagrado sus esfuerzos en los últimos años hacia la calidad, servicio, organización interna y otras prácticas gerenciales orientadas a la mejora de la eficiencia interna. Sin embargo, conscientes que la forma como se competirá en los mercados futuros será radicalmente diferente, se ha visto la necesidad de introducir enfoques innovadores de gestión de fabricas y empresas, fundamentados en el aprendizaje organizacional, innovaciones, eficiencia operativa, todo esto soportado con la contribución, entrega y aporte del personal que directamente está comprometido con el proceso productivo, sus directivos y proveedores.

Por este motivo se decidió utilizar el proceso de implantación del Mantenimiento Productivo Total en la sección de Latonería, como medio para crear capacidades competitivas de la empresa desde la Producción.

Fue escogida la sección de Latonería, ya que allí es donde empieza el proceso de Producción y los resultados se pueden esperar a corto plazo.

## **5. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

### **5.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

El Mantenimiento Autónomo es una de las características más importantes que diferencia al **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL** del resto de programas de mantenimiento que se están desarrollando en las empresas actualmente (correctivo, preventivo, y predictivo ).

El ideal que se tiene con el Mantenimiento Autónomo es que quien quiera que opere el equipo, también lo mantenga. Originalmente, estas dos funciones estaban combinadas. Sin embargo, gradualmente, a medida de que el equipo se sofisticaba, el negocio crecía, las funciones de mantenimiento y producción se separaron. Como respuesta a las exigencias del crecimiento de la producción, los departamentos de producción se concentraban en el **OUTPUT**, mientras los

departamentos de mantenimiento gradualmente asumían la responsabilidad de casi todas las funciones de mantenimiento. Esta especialidad bipolar consecuente continúa existiendo hoy día.

El mantenimiento realizado por los operadores del equipo, o **MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**, puede contribuir significativamente a la eficacia de los equipos. En el centro del mantenimiento autónomo tenemos la prevención del deterioro, que hasta hace poco ha sido descuidada en la mayoría de las fábricas.

La producción eficiente depende tanto de las actividades de producción como de las de mantenimiento, pero la relación entre operadores y personal de mantenimiento es a menudo algo antagónica. Por muy duro que trabaje el personal de mantenimiento, poco progreso en la mejora del mantenimiento de los equipos puede llevar a cabo si la actitud del operador hacia el mantenimiento es “yo opero - tu arreglas”.

Si por otro lado, los operadores pueden participar en la función de mantenimiento siendo responsables de la prevención del deterioro, es más probable que se consigan los objetivos de mantenimiento. Este esfuerzo cooperativo permite que el personal de mantenimiento centre sus energías en tareas que requieren su propio “expertise” técnico; lo que representa el primer paso hacia un mantenimiento más eficiente.

Ambos departamentos deben hacer más que compartir la responsabilidad del equipo, tienen que trabajar juntos en un espíritu de colaboración. El de mantenimiento no puede simplemente estar esperando pasivamente a recibir órdenes del departamento de producción. Tampoco puede el de producción esperar milagros, cuando el servicio de mantenimiento se encuentra desbordado de ordenes de trabajo. Los operadores son responsables de la producción, y es comprensible que se impacienten si las reparaciones no se realizan inmediatamente. Sin embargo, no hay manera de alcanzar los objetivos de mantenimiento si los dos grupos no logran comprender su respectiva situación o, en casos extremos, si se sienten enfrentados.

Es por esto la importancia del mantenimiento autónomo dentro de la empresa, ya que por medio de estos tipos de programas el operador se compromete con su equipo y con el mantenimiento de este, haciendo mucho más fácil la prevención de fallos en los elementos de la producción.

Todos los participantes en el desarrollo del mantenimiento autónomo deben comprender que las actividades de este (en todas las fases) son **obligatorias y necesarias**. Algunos directores y supervisores se imaginan que el mantenimiento autónomo es sinónimo de mantenimiento voluntario o no reglamentario y no controlado. Si no se corrige este malentendido, se pueden perjudicar las actividades de los grupos. El trabajo de mantenimiento autónomo realizado por los operadores se diseña para apoyar y complementar el esfuerzo planificado del

departamento de mantenimiento. Una vez iniciadas, las actividades de ambos departamentos deben continuar paralelamente.

Además, estas actividades son vitales y parte necesaria del trabajo diario. Su propósito es conseguir las metas de las compañías a través de la implantación del mantenimiento diario por parte del operador entendido, consistente en limpieza, ajustes, e inspecciones regulares, así como actividades de mejoras.

## **5. 2 DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN LA SECCIÓN DE LATONERÍA.**

Para implantar el Mantenimiento Autónomo en la sección de **Latonería** de la empresa **Indufrial S.A.**, se dividió el programa en fases. Estas fases se basan en las experiencias de muchas compañías que han implantado el T.P.M. con éxito. Representan una división óptima de responsabilidades entre los departamentos de producción y mantenimiento para la realización de las actividades de mantenimiento y mejora.

En la implantación del mantenimiento autónomo, cada fase acentúa diferentes actividades y metas de desarrollo, y cada una se basa en un entendimiento completo y la práctica de los pasos anteriores. Las primeras tres actividades son:

- **Limpieza Inicial.**

- **Acción contra las fuentes de polvo y contaminación.**
- **Desarrollo de estándares de limpieza y lubricación.**

Estos tres pasos promueven el establecimiento de las condiciones básicas del equipo, que son las esenciales para el mantenimiento autónomo eficaz.

Los pasos 4 y 5 son:

- **Inspección general**
- **Inspección autónoma.**

Estos pasos acentúan la inspección concienzuda de los equipos y el posterior mantenimiento y estandarización. Además, estos pasos promueven el desarrollo de operadores entendidos y sensibles a las necesidades de su propio equipo. Durante estos períodos se presentaron en la compañía disminuciones en los fallos de los equipos.

### **5.3 FUNCIONES QUE CORRESPONDEN A LOS OPERADORES**

El departamento de producción dentro del mantenimiento autónomo debe llevar a cabo las siguientes actividades de prevención del deterioro:

- Operar el equipo correctamente.
- mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, sujeción de pernos).
- Realizar los ajustes adecuados (principalmente en el herramientaje).
- Anotar datos de averías y otros defectos de mantenimiento.
- Colaborar con el departamento de mantenimiento.
- Realizar inspecciones diarias (utilizando los cinco sentidos).
- Realizar ciertas inspecciones periódicas.

Realizar reparaciones menores (sustitución simple de piezas y reparaciones temporales).

- Informar inmediata y correctamente de averías y otros fallos de funcionamiento.

- Ayudar en la reparación de averías esporádicas.

Estas actividades, particularmente la de mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, sujeción de pernos) y la inspección diaria, ayudan a prevenir el deterioro, pero el personal de mantenimiento sólo no las puede realizar adecuadamente. Son las personas que están más cerca de los equipos las que las realizan con más efectividad, es decir, los **OPERADORES**.

#### **5. 4 OBLIGACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

El mantenimiento autónomo solamente se puede establecer con la orientación y ayuda del departamento de mantenimiento. Los departamentos de mantenimiento a menudo ignoran la necesidad de instruir a los operadores en los procedimientos de mantenimiento que deben realizar. Por ejemplo, exigir inspecciones diarias y preparar estándares de inspección sin enseñar los métodos de inspección. Por esto el departamento de mantenimiento además de contribuir en el desarrollo de estándares de limpieza y lubricación, también debe instruir a los operarios en la realización de dichas actividades.

#### **5. 5 FORMACIÓN DEL PERSONAL EN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

El entendimiento a los operarios llega a través de la práctica más que por la racionalización intelectual. Aprovechando las propias actividades para realizar la

instrucción inicial, con el fin de evitar confusiones que la manipulación puramente conceptual o ejercicios de lógica pueden ocasionar.

El éxito de la implantación del mantenimiento autónomo depende de una combinación del desarrollo gradual de las destrezas, aprendizaje experimental, y de la mayor consciencia o cambio de actitud. Cada fase del mantenimiento autónomo se construye sobre el conocimiento, la experiencia y la comprensión de los pasos anteriores. Por esta razón la formación y el adiestramiento son diseñados para un progreso paso a paso y son cuidadosamente confeccionadas para cubrir las necesidades de los operadores que a través del desarrollo del programa se vayan presentando.

Para la formación del personal en el Mantenimiento Autónomo se programaron tres sesiones a los miembros de la sección piloto (Latonería), en la cual se está implementando el programa de Mantenimiento Productivo Total. En estas sesiones se le informa a los operadores las intenciones de la empresa de desarrollar un programa T.P.M., se explican las características de este tipo de programa dentro de la cual se hace énfasis en sus nuevas funciones como miembro del grupo piloto, en el cambio de mentalidad hacia el manejo de su equipo. Además a medida que estos conceptos se vayan clarificando, se adentra al operador en el manejo y mejora de los estándares de **Limpieza y Lubricación**, y la inspección rutinaria de los equipos. En las charlas e instrucciones sobre el manejo de los estándares de **Limpieza y Lubricación** y la inspección rutinaria de los equipos se utiliza a personal de mantenimiento, el cual tiene la tarea de dar

orientación y ayuda a los operadores, y además de instruir a estos en los procedimientos de mantenimiento, limpieza e inspección que se deben realizar a los equipos.

A medida que el programa se está desarrollando, los operadores deben fijar sus propios estándares y criterios para la limpieza, lubricación, inspecciones, y preparación y ajuste de los equipos, basados en los estándares desarrollados por el comité T.P.M.

## **5. 6 ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES BÁSICAS DEL EQUIPO**

El establecimiento de las condiciones básicas del equipo es una actividad importante en el mantenimiento autónomo. Esta actividad incluye limpieza, lubricación y sujeción de pernos.

Tal como nos dice la palabra limpieza significa, quitar suciedad, esquilas, polvo, residuos y otro tipo de materias extrañas que se adhieren a las máquinas, matrices, plantillas, herramientas, materia prima, piezas de trabajo, etc. Durante esta actividad los operadores buscan también defectos ocultos en sus equipos.

Los efectos perjudiciales producidos por una limpieza inadecuada son innumerables, sin embargo es típico que aparezcan directa o indirectamente de las siguientes maneras:

- Partículas extrañas entran en las partes deslizantes de las máquinas, en los sistemas hidráulicas, o en sistemas eléctricos, produciendo resistencia por fricción, desgastes, obstrucciones, fugas y fallos eléctricos. Esto ocasiona pérdidas de precisión, mal funcionamiento de equipos, y averías.
- A menudo, la calidad del producto se afecta directamente. Por ejemplo, en máquinas de moldeo de plástico por extrusión, la materia extraña que se adhiere a las matrices u otros accesorios, o que contamina los gránulos de plástico ocasiona carbonización en el interior del cilindro o en otros accesorios u ocasiona pérdidas de resina en la superficie de la base de la matriz. Esto perjudica el flujo correcto de resina, dificulta los cambio de útiles, o es causa de que la resina se queme y se vuelva pegajosa.
- En el ensamblado de relés y otras piezas eléctricas de control, la suciedad y el polvo en las plantillas y herramientas se adhieren a los contactos y causan fallos eléctricos fatales.
- En la mecanización de precisión, la suciedad que se adhiere a las plantillas, herramientas y sus montajes ralentizan las operaciones de centrado y ocasiona excentricidades durante el mecanizado, siendo el resultado productos defectuosos.

Los defectos en los equipos sucios están ocultos tanto por razones físicas como psicológicas. Por ejemplo, el desgaste, el juego, los arañazos, las deformaciones, las fugas y demás defectos pueden ocultarse en el equipo sucio. Además los operadores pueden mostrar alguna resistencia psicológica a inspeccionar cuidadosamente el equipo sucio.

La limpieza no consiste simplemente en que el equipo parezca limpio, aunque tenga este efecto. Limpieza significa tocar y mirar cada pieza para detectar defectos y anomalías ocultos, tales como exceso de vibración, calor y ruido. En otras palabras, limpieza es inspección. De hecho si la limpieza no se realiza de esta manera pierde todo significado.

Cuando los operadores limpian una máquina que ha estado funcionando sin atención durante largo tiempo, pueden encontrar hasta 200 o 300 defectos, ocasionalmente defectos serios que son el presagio de una avería seria.

El efecto de la combinación de polvo, abrasión, suciedad, superficies dañadas, holguras, deformaciones y fugas en maquinaria, matrices, plantillas y herramientas, causan deterioro y problemas continuos. La limpieza es el método más eficaz para detectar tales faltas y prevenir las dificultades.

**5. 6. 1 Limpieza inicial del Equipo.** Al realizar la limpieza de los equipos los operadores toman parte en tres tipos de actividades que promueven equipos más limpios: ganan mayor conocimiento y respeto por sus equipos al llevar a cabo una

limpieza concienzuda inicial, eliminan las fuentes de suciedad y contaminación y consiguen que sea más fácil realizar la limpieza, desarrollan sus propios estándares de limpieza y lubricación.

Limpiar el equipo y tocar cada pieza puede ser una experiencia nueva para el operador. Esta actividad proporciona muchos descubrimientos y preguntas. Debido a la propia limpieza en sí y a las charlas y reuniones del grupo T.P.M., les servirá de estímulo para mantener limpio el equipo aunque sólo sea por el trabajo que les ha supuesto conseguirlo.

En la sección **Latonería** se realizó una limpieza y mantenimiento exhaustivo de todos los equipos que la componen, en la cual intervino el personal de mantenimiento y gran parte de los operadores de los equipos. Esta limpieza y mantenimiento tuvo una duración de una semana y su finalidad fue el establecimiento de las condiciones básicas del equipo, para que el desarrollo del mantenimiento autónomo sea un éxito dentro del T.P.M.

Dentro de la sección **Latonería** los operadores de las máquinas troqueladoras ya tenían experiencia en este tipo de actividades, pero el resto de los operadores solo se limitaban al manejo de sus equipos y esta fué una experiencia nueva en la cual lograron comprender el funcionamiento de su equipo, identificar las partes críticas y conocer las condiciones óptimas de funcionamiento de este.

**5. 6. 2 Prevenir la contaminación.** Cuanto más esfuerzo inicial dediquen los operadores a la limpieza del equipo, más desearán mantener el estado limpio de los equipos, que tanto les ha costado conseguir. Al mismo tiempo empiezan a sentir el deseo de realizar mejoras. Pueden por ejemplo decir:

Da igual cuantas veces limpie esta pieza, rápidamente se vuelve a ensuciar, ¿Qué puedo hacer para evitarlo ?.

- Los problemas que he logrado encontrar y corregir aparecerán de nuevo si los dejamos tal como están.
- Por el momento he concluido la limpieza, pero debo disminuir el número de averías y fallos.

Para estimular esta cultura dentro de los operadores se ha decidido diseñar un formato (Ver cuadro 7) donde estos pueden colocar todas sus sugerencias e ideas para disminuir la contaminación y disminuir los tiempos de limpieza y de lubricación.

Las ideas presentadas por los operadores serán estudiadas por el comité T. P. M. y de esta manera se tomarán las medidas necesarias para corregir los problemas o fuentes de contaminación con una importante intervención de quien presentó la idea.

Aunque el objetivo de la eliminación de las fuentes de contaminación sea el reducir los tiempos de limpieza, este tipo de mejoras pueden también afectar la calidad del producto, la frecuencia de las averías, la preparación, la mantenibilidad y otros factores. De ahí la importancia de estudiar por parte de los comités T. P. M. las ideas sugeridas por los operarios.

Se estimula activamente a los operadores para que propongan modos prácticos de mejora de los equipos. Su implicación aumenta la satisfacción que sienten cuando las mejoras tienen éxito y su confianza para continuar al siguiente paso.

**Cuadro 7. Formato de sugerencia de los operadores**

<b>INDUFRIAL S.A.</b>	<b>Sección:</b>	<b>Latonería</b>
<b>Operario:</b> _____		<b>Fecha:</b> _____
<b>Máquina:</b> _____		
<b>Descripción del problema:</b> _____		
_____		
_____		
_____		
_____		
_____		
_____		
<b>Solución recomendada:</b> _____		
_____		
_____		
_____		
_____		
_____		



tiempo necesario. En lugar de intentar obligar a los operadores a que sigan los estándares, se apoya sus esfuerzos de la siguiente manera:

Clarificar los estándares y cómo seguirlos.

- Explicar claramente por qué los estándares deben seguirse, es decir lo que ocurriría si no se siguieran.
- Proporcionar el entorno necesario, por ejemplo, asegurando que se disponga del tiempo suficiente.

En otras palabras si no existen motivación, habilidad, y oportunidad, los estándares no pueden obedecerse, por mucho que se esfuercen los supervisores en intentar imponerlos. La mayoría de las actividades relacionadas con el mantenimiento autónomo dependen de la destreza y motivación de los operadores que los ejecutan en al práctica.

La mejor forma de asegurar la adhesión por parte de los operadores a los estándares es que los fijen las personas que los tendrán que seguir, asistidas por los departamentos de mantenimiento y de ingeniería. En realidad, éste es el primer paso en el establecimiento del control autónomo. Se requieren las siguientes acciones:

- Explicar con claridad la importancia de seguir el estándar.

Pedir a los operadores que desarrollen y fijen los estándares (asistidos por los departamentos de mantenimiento y de ingeniería).

Cuando los miembros de un grupo de mantenimiento autónomo preparan sus propios estándares, definen sus propios cometidos y se comprometen a cumplirlos. Este es un paso significativo de desarrollo. A través de este proceso, los miembros de los grupos comienzan a comprender el verdadero significado del trabajo en equipo.

Solamente una cantidad limitada de tiempo puede destinarse a la limpieza (incluyendo apriete de pernos y detección de defectos menores del equipo) y la lubricación. El grupo debe preparar estándares y objetivos individuales de tiempo, basándose en los límites establecidos por la dirección. Por ejemplo, se pueden fijar objetivos típicos de 10 minutos diarios, 30 minutos al final de la semana, y una hora al final de cada mes.

Si se desarrollan estándares que no se puedan cumplir dentro de los tiempos previstos, se deben buscar formas de reducir los tiempos. Obviamente, es necesario que los directivos y el personal de ingeniería cooperen de forma total, para simplificar y mejorar los procedimientos de limpieza, lubricación y apriete de pernos, a través de medidas como la lubricación centralizada, intervalos más largos de lubricación, recolocación de lubricadores, mejores etiquetas de instrucciones de lubricación, marcas de límite en los indicadores de nivel de

aceite, marca de montaje de pernos y tuercas, y diferentes acciones contra las fuentes de contaminación.

**5. 6. 3. 1 Promoción de la lubricación.** La segunda ayuda para los operarios en el establecimiento de las condiciones básicas del equipo consiste en asegurar una lubricación correcta. La lubricación previene el deterioro del equipo y preserva su fiabilidad. Igual que otros defectos ocultos la lubricación inadecuada no se tiene en cuenta a menudo, porque no siempre está relacionada directamente con los defectos de calidad.

- **Una lubricación inadecuada ocasiona pérdidas.** Las pérdidas causadas por una lubricación inadecuada incluyen no sólo aquellas que son el resultado de obstrucciones, sino también la lubricación insuficiente que conduce a pérdidas indirectas, tales como disminución de la exactitud operativa en las partes móviles, sistemas neumáticos, etc., así como a un desgaste más rápido que acelera el deterioro, causa más defectos, e incrementa los tiempos de ajuste. Estas pérdidas indirectas pueden ser a menudo más significativas que las obstrucciones. Por ejemplo con la aplicación de unos métodos de control concienzudos de la lubricación se pueden reducir en un porcentaje el consumo eléctrico, además de la cantidad de pérdidas por exactitud producidas por una lubricación insuficiente.

- **Mejora de la lubricación.** Cualquier persona que prepara estándares debe probar personalmente el procedimiento antes que los operadores, con el fin de asegurar que sea posible completarlos dentro del tiempo especificado. Para

reducir el tiempo, puede ser necesario realizar varias mejoras, tales como cambiar el tipo de lubricación, fijar etiquetas de instrucciones etc.

Por otro lado la lubricación no sirve para nada si sus mecanismos no funcionan o no están en buen estado. Un paseo por la planta de una fábrica revelará muchos depósitos de aceite, lubricadores o engrasadores sucios y con sedimentos, o tubos obstruidos en los sistemas de lubricación. Si este es el caso, la lubricación no servirá para nada por muy frecuente que sea su realización.

**5. 6. 3. 2 Promoción de atornillados correctos.** Los operarios son quienes se encuentran en mejor posición para asegurar diariamente que todos los elementos de sujeción estén correctamente tensados. El atornillado correcto es el tercer modo que tienen los operarios para ayudar a establecer las condiciones básicas del equipo.

La holgura o falta de tuercas, pernos y otros elementos de anclaje pueden causar pérdidas grandes, directa e indirectamente. Por ejemplo:

- Los pernos sueltos causan fracturas y roturas de herramientas y consecuentemente productos defectuosos, así como el cambio de la herramienta (se presenta en las máquinas troqueladoras).
- Los pernos sueltos en los rebordes de los tubos y mangueras causan fugas (se presenta en las máquinas dobladoras, cortadoras y troqueladoras).

Es típico que un sólo perno suelto sea la causa directa de un defecto o avería. Sin embargo, en la mayoría de los casos, un perno suelto causa vibraciones, como consecuencia de lo cual otros pernos empiezan a soltarse. La vibración se alimenta de la vibración, la holgura se alimenta de la holgura. El deterioro se extiende, la precisión del funcionamiento disminuye, y eventualmente se dañan las piezas.

**5. 6. 4 Estándares de limpieza y lubricación para la sección Latonería.** Para la sección Latonería se prepararon estándares de limpieza y lubricación (ver cuadros del 8 al 13), estos estándares se realizaron teniendo en cuenta los puntos críticos de cada una de las máquinas a las cuales se quiere llevar a las condiciones básicas de funcionamiento del equipo.

Los tiempos de limpieza y lubricación establecidos en estos estándares se tomaron de las opiniones de los operadores y de la experiencia con que cuenta el personal de mantenimiento, el cual realizaba estas actividades anteriormente.

#### **Cuadro 8. Estándar de limpieza y lubricación**



<b>ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</b>			<b>LATONERÍA</b>		
<b>PARA GOITI FAGOR</b>					
<b>Estándares de limpieza</b>	<b>Métodos de limpieza</b>	<b>Tiempo de limpieza</b>	<b>Ciclo de limpieza</b>		
			<b>Día</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
No adherencia de desechos en la carcasa de la maquina	Remover con rascador de acero	10 min.		○	
No dispersar desechos metálicos alrededor del puesto de trabajo.	Barrer con escoba	5 min.	○		
Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		○	
Mantener limpios los DETECTORES de proximidad	Por medio de un pincel o con Aire	5 min.			○
Limpiar los alojamientos de las herramientas y la torreta	Extraer por medio de imán u otro medio	60 min.		○	
<b>Estándares de lubricación</b>	<b>Métodos de lubricación</b>	<b>Tiempo de lubricación</b>	<b>Ciclo de Lubricación</b>		
			<b>Día.</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
El nivel de aceite en el deposito principal , al limite superior.	Echar a mano	10 min.		○	
Mantener las cadenas lubricadas, en toda su longitud	Por medio de un pincel	5 min.		○	
Rellenar de aceite el lubricador	Echar a mano	8 min.		○	
Mantener lubricados las guías lineales y los husillos de bolas	Usar bomba manual de presión 2 o 3 accionamientos	5 min.		○	
Mantener lubricadas las guías de punzones	Por medio de un pincel	10 min.		○	
1.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Hidráulico)					○
2.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Neumático)					○

**Cuadro 9. Estándar de limpieza y lubricación**

--

<b>ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</b>			<b>LATONERÍA</b>		
<b>PARA GOITI NISHIMBO</b>					
<b>Estándares de limpieza</b>	<b>Métodos de limpieza</b>	<b>Tiempo de limpieza</b>	<b>Ciclo de limpieza</b>		
			<b>Día</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
No adherencia de desechos en la carcasa de la maquina	Remover con rascador de acero	10 min.		○	
No dispersar desechos metálicos alrededor del puesto de trabajo.	Barrer con escoba	5 min.	○		
Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		○	
Mantener limpios los DETECTORES de proximidad	Por medio de un pincel o con Aire	5 min.			○
Limpiar los alojamientos de las herramientas y la torreta	Extraer por medio de imán u otro medio	60 min.		○	
<b>Estándares de lubricación</b>	<b>Métodos de lubricación</b>	<b>Tiempo de lubricación</b>	<b>Ciclo de Lubricación</b>		
			<b>Día.</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
El nivel de aceite en el deposito principal , al limite superior.	Echar a mano	10 min.		○	
Mantener las cadenas lubricadas, en toda su longitud	Por medio de un pincel	5 min.		○	
Rellenar de aceite el lubricador	Echar a mano	8 min.		○	
Mantener lubricados las guías lineales y los husillos de bolas	Usar bomba manual de presión 2 o 3 accionamientos	5 min.		○	
Mantener lubricadas las guías de punzones	Por medio de un pincel	10 min.		○	
1.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Hidráulico)					○
2.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Neumático)					○

**Cuadro 10. Estándar de limpieza y lubricación**

<b>ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</b>			<b>LATONERÍA</b>		
---	--	--	------------------	--	--

<b>PARA GOITI NISHIMBO</b>					
<b>Estándares de limpieza</b>	<b>Métodos de limpieza</b>	<b>Tiempo de limpieza</b>	<b>Ciclo de limpieza</b>		
			<b>Día</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
No adherencia de desechos en la carcasa de la maquina	Remover con rascador de acero	10 min.		O	
No dispersar desechos metálicos alrededor del puesto de trabajo.	Barrer con escoba	5 min.	O		
Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		O	
Mantener limpios los DETECTORES de proximidad	Por medio de un pincel o con Aire	5 min.			O
Limpiar los alojamientos de las herramientas y la torreta	Extraer por medio de imán u otro medio	60 min.		O	
<b>Estándares de lubricación</b>	<b>Métodos de lubricación</b>	<b>Tiempo de lubricación</b>	<b>Ciclo de Lubricación</b>		
			<b>Día.</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
El nivel de aceite en el deposito principal , al limite superior.	Echar a mano	10 min.		O	
Mantener las cadenas lubricadas, en toda su longitud	Por medio de un pincel	5 min.		O	
Rellenar de aceite el lubricador	Echar a mano	8 min.		O	
Mantener lubricados las guías lineales y los husillos de bolas	Usar bomba manual de presión 2 o 3 accionamientos	5 min.		O	
Mantener lubricadas las guías de punzones	Por medio de un pincel	10 min.		O	
1.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Hidráulico)					O
2.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Neumático)					O

**Cuadro 11. Estándar de limpieza y lubricación**

--

ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			LATONERÍA		
PARA DOBLADORA MEBUSA					
Estándares de limpieza	Métodos de limpieza	Tiempo de limpieza	Ciclo de limpieza		
			Día	Sem.	Mes.
Limpieza de desechos en la carcaza principal de la maquina	Remover con rascador de acero	7 min.		○	
Eliminar suciedad y aceite en la carcaza principal de la maquina	Limpiar con cepillo de algodón	5 min.		○	
Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		○	
Limpiar alrededor de las maquinas ( Área de trabajo )	Barrer con escoba	5 min.	○		
Limpiar los paneles de control y el manómetro de la maquina	Limpiar con paño de algodón	3 min.		○	
Estándares de lubricación	Métodos de lubricación	Tiempo de lubricación	Ciclo de Lubricación		
Mantener lubricados los rieles de deslizamiento de topes	por medio de un pincel o echar a mano	5 min.		○	
1.Chequear el conjunto de mangueras del sistema hidráulico <b>semanalmente.</b>					
2.Para proteger las aristas de los herramientas se deben colocar en los estantes metálicos procurando que los filos de estas no choquen con las demás herramientas ni con la mesa.					

**Cuadro 12. Estándar de limpieza y lubricación**

ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN PARA CORTADORA GUILFIL			LATONERÍA		
Estándares de limpieza	Métodos de limpieza	Tiempo de limpieza	Ciclo de limpieza		
			Día	Sem.	Mes.
Limpieza de desechos en la carcaza principal de la maquina	Remover con rascador de acero	7 min.		○	
Eliminar suciedad y aceite en la carcaza principal de la maquina	Limpiar con cepillo de algodón	5 min.		○	
Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		○	
Limpiar alrededor de las maquinas ( Área de trabajo )	Barrer con escoba	5 min.	○		
Limpiar los paneles de control y el manómetro de la maquina	Limpiar con paño de algodón	3 min.		○	
Estándares de lubricación	Métodos de lubricación	Tiempo de lubricación	Ciclo de Lubricación		
Nivel de aceite en el deposito principal en limite superior	Echar a mano	10 min.		○	
Mantener lubricados los rieles de deslizamiento de topes	por medio de un pincel o echar a mano	5 min.		○	
1. Evite la colocación de piezas <b>pesadas</b> sobre la mesa de la maquina					
2. Chequear el conjunto de mangueras del sistema hidráulico <b>semanalmente</b>					
3. Las laminas a cortar deben estar siempre <b>limpias y lubricadas</b>					

**Cuadro 13. Estándar de limpieza y lubricación**

--

ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN			LATONERÍA		
PARA CORTADORA GRIEBEL					
Estándares de limpieza	Métodos de limpieza	Tiempo de limpieza	Ciclo de limpieza		
			Día	Sem.	Mes.
Limpieza de desechos en la carcaza principal de la maquina	Remover con rascador de acero	7 min.		○	
Eliminar suciedad y aceite en la carcaza principal de la maquina	Limpiar con cepillo de algodón	5 min.		○	
Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		○	
Limpiar alrededor de las maquinas ( Área de trabajo )	Barrer con escoba	5 min.	○		
Limpiar los paneles de control y el manómetro de la maquina	Limpiar con paño de algodón	3 min.		○	
Estándares de lubricación	Métodos de lubricación	Tiempo de lubricación	Ciclo de Lubricación		
Nivel de aceite en el deposito principal en limite superior	Echar a mano	10 min.		○	
1.Chequear que la lámina entre en forma correcta al comenzar el corte					
2.Evite la colocación de piezas <b>pesadas</b> sobre la mesa de la maquina					
3.Chequear el conjunto de mangueras del sistema hidráulico <b>semanalmente</b>					
4.Las laminas a cortar deben estar siempre <b>limpias y lubricadas</b>					

El comité T.P.M. estudió los estándares y se decidió ponerlos en funcionamiento, realizando un seguimiento para observar el cumplimiento o no de los tiempos y períodos de lubricación y limpieza adoptados y además realizar próximos cambios dirigidos al mejoramiento de los estándares, teniendo en cuenta las recomendaciones proporcionadas por los operarios.

## 5. 7 INSPECCIÓN GENERAL

En un programa de mantenimiento autónomo se adiestra a los operadores a que realicen inspecciones de rutinas. Se espera de ellos que sean capaces de identificar las evidencias, a menudo sutiles, del deterioro.

Muchas compañías piden a sus operarios que realicen algún tipo de inspección , pero estos no logran resultados significativos por tres razones ya conocidas:

- Se exige inspección, pero no se estimulan a los trabajadores para que prevengan el deterioro de los equipos (falta de motivación).
- Se exige inspección, pero no se concede el tiempo suficiente para llevarla a cabo.

Inevitablemente, hay problemas con la inspección cuando los Ingenieros de Mantenimiento preparan las hojas de chequeo para inspección y simplemente las entregan a los operadores. Los Ingenieros desean siempre que se inspeccionen demasiados elementos y tienden a considerar que su trabajo ha terminado cuando han preparado las hojas de chequeo.

El principal problema es probablemente que se pide a los operadores que se realicen inspecciones para las que no tienen las destrezas necesarias. Los operadores necesitan un adiestramiento considerable antes de que puedan

realizar las inspecciones correctamente; con la simple entrega de una hoja de chequeo no se les capacita para realizar el trabajo.

Incluso los operadores adiestrados no deben confiar exclusivamente en las hojas de chequeo para realizar las inspecciones. Su función más importante es hacer juicios basados en su propio conocimiento del estado del equipo e identificar los defectos de funcionamiento durante la limpieza y lubricación.

El primer requerimiento para una inspección autónoma general es disponer de operadores conocedores de su equipo y que confíen en él. Una vez que hayan sido adiestrados y tengan la práctica necesaria para llevar a cabo inspecciones generales, pueden preparar hojas de chequeo que cubran sus propios requerimientos.

**5. 7. 1 Simplificar las inspecciones diarias.** Muchas fábricas piden a sus operadores que sigan un procedimiento de inspección muy detallado. Sin embargo, a menudo no es necesario realizar un chequeo diario de muchos de los elementos anotados. Además solo se concede un tiempo insuficiente para ello.

Limitar las inspecciones diarias a los pocos elementos necesarios para evitar graves problemas de seguridad y calidad y permitir que los operadores practiquen a fondo hasta que todo ello se integre en la rutina de trabajo.

**5. 7. 2 Conceder el tiempo adecuado para la inspección general.** La inspección general es demasiado importante para que se realice de prisa y

arriesgadamente en los procedimientos diarios cargados con elementos no esenciales. En lugar de ello considerar reservar un bloque de tiempo para dedicar toda la atención, incluso si fuera necesario alargar el intervalo entre inspecciones. (Por ejemplo, reservar 30 minutos extras cada diez días en lugar de cinco minutos todos los días).

Con un bloque de tiempo ampliado, los operadores sabrán con seguridad realizar los controles requeridos, y les sobrarán tiempo. Además, con la práctica de esta actividad, desarrollan gradualmente la capacidad de percibir durante la operación el estado en que se encuentra su equipo y de detectar señales de problemas mientras limpian y lubrican, incluso sin reservar un tiempo extra para ello.

**5. 7. 3 Listas de chequeo para la sección Latonería.** Los tiempos de inspección dados a los elementos mostrados en las listas de chequeos desarrolladas para los equipos de la sección Latonería (ver cuadros del 14 al 17) se determinó a través de la experiencia del personal de mantenimiento, para los cuales se midió el tiempo que estos emplearían en la realización de esta inspección, claramente adaptados a las capacidades de los operadores de los equipos. Naturalmente, los tiempos de inspección están sujetos a modificaciones dependiendo de los registros posteriores de inspección. Los intervalos designados para cada una de las actividades de inspección quedaron establecidos de la siguiente manera (ver cuadro 18).

## **5. 8 PROCEDIMIENTO PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE LOS ESTÁNDARES**

El procedimiento para el mejoramiento continuo de los estándares se debe desplegar en las siguientes fases lógicas:

**Cuadro 14. Lista de chequeo**

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA TROQUELADORAS GOITI</b>	
<b>1. SISTEMA NEUMÁTICO</b>	a. ¿Tiene fugas algún equipo neumático?
<b>Tubería y equipo</b>	a. ¿Hay pernos sueltos, vibración anormal o tubos doblados? b. ¿hay alguna fuga de aire o drenaje de aire?
<b>Válvulas</b>	a. ¿Cortan completamente el flujo las válvulas cuando se cierran? b. ¿Son difíciles de abrir o cerrar? c. ¿Están todos los indicadores de presión de aire limpios y sin daños?
<b>2. SISTEMA HIDRÁULICO</b>	a. ¿Hay holguras en mecanismos o tuberías? b. ¿Son fáciles de leer las placas de cada mecanismo?
<b>Tuberías y mangueras</b>	a. ¿Hay tuberías flexibles o juntas con fugas?
<b>3. SISTEMA MECÁNICO</b>	
<b>Correas</b>	a. ¿hay superficies con desgaste perjudicial o contaminadas de aceite?

	b. ¿Es uniforme la tensión en las correas?
<b>Cadenas</b>	c. ¿Es deficiente el engranaje entre cadenas y dientes por el estiramiento de la cadena?

**Cuadro 15. Lista de chequeo**

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA DOBLADORAS MEBUSA</b>	
<b>1. SISTEMA HIDRÁULICO</b>	a. ¿Tiene fugas algún equipo hidráulico?
<b>Tubería y mangueras</b>	a. ¿Hay pernos sueltos, vibración anormal o tubos doblados? b. ¿Hay tuberías flexibles con fugas? c. ¿hay holguras o juegos en los anclajes?
<b>Cilindros</b>	a. ¿Esta el equipo libre de daños ( cubierta ) ? b. ¿Están los cilindros instalados con seguridad sin holguras o aflojamientos? c. ¿Esta el equipo actuando correctamente (velocidad, vibración)? d. ¿Hay fuga de aceite en los cilindros?
<b>2. SISTEMA MECÁNICO</b>	
<b>Rodamientos</b>	a. ¿Hay rodamientos sobrecalentados o ruidosos?
<b>3. SISTEMA ELÉCTRICO</b>	a. ¿Hay bulbos fundidos en lamparas del panel ? b. ¿Están firmemente fijos los botones de interruptores? c. ¿Hay olores inusuales?

**Cuadro 16. Lista de chequeo**

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA CORTADORA GRIEBEL</b>	
<b>1. SISTEMA HIDRÁULICO</b>	a. ¿Tiene fugas algún equipo hidráulico?
<b>Tubería y mangueras</b>	a. ¿Hay pernos sueltos, vibración anormal o tubos doblados? b. ¿Hay tuberías flexibles con fugas? c. ¿hay holguras o juegos en los anclajes?
<b>Cilindros</b>	a. ¿Esta el equipo libre de daños ( cubierta ) ? b. ¿Están los cilindros instalados con seguridad sin holguras o aflojamientos? c. ¿Esta el equipo actuando correctamente (velocidad, vibración)? d. ¿Hay fuga de aceite en los cilindros?
<b>2. SISTEMA MECÁNICO</b>	
<b>Rodamientos</b>	a. ¿Hay rodamientos sobrecalentados o ruidosos?
<b>3. SISTEMA ELÉCTRICO</b>	a. ¿Hay bulbos fundidos en lamparas del panel ?

	b. ¿Están firmemente fijos los botones de interruptores? c. ¿Hay olores inusuales?
--	---

**Cuadro 17. Lista de chequeo**

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA CORTADORA GUIFIL</b>	
<b>1. SISTEMA HIDRÁULICO</b>	a. ¿Tiene fugas algún equipo hidráulico?
<b>Tubería y mangueras</b>	a. ¿Hay pernos sueltos, vibración anormal o tubos doblados? b. ¿Hay tuberías flexibles con fugas? c. ¿hay holguras o juegos en los anclajes?
<b>Cilindros</b>	a. ¿Esta el equipo libre de daños ( cubierta ) ? b. ¿Están los cilindros instalados con seguridad sin holguras o aflojamiento? c. ¿Esta el equipo actuando correctamente (velocidad, vibración)? d. ¿Hay fuga de aceite en los cilindros?
<b>2. SISTEMA MECÁNICO</b>	
<b>Rodamientos</b>	a. ¿Hay rodamientos sobrecalentados o ruidosos?
<b>3. SISTEMA ELÉCTRICO</b>	a. ¿Hay bulbos fundidos en lamparas del panel ? b. ¿Están firmemente fijos los botones de interruptores? c. ¿Hay olores inusuales?

**Cuadro 18. Intervalos de inspección.**

<b>Sistemas de inspección</b>	<b>Intervalos de inspección</b>	<b>Lugares de inspección</b>
<b>S. neumático</b>	Diario	Presión del fluido
	Cada 10 días	Cilindros y válvulas neumáticas, conmutadores de límite
<b>S. hidráulico</b>	Diario	Fugas de aceite
	Cada 10 días	Cilindros hidráulicos y conmutadores de límite
	Cada 3 meses	Válvulas hidráulicas
<b>S. de dirección</b>	Mensual	Motores, transmisiones, engranajes, cadenas, poleas y bandas planas y en v

**5. 8. 1 Fase I.** En esta fase deben destacar en el procedimiento operacional las cuestiones, “**QUÉ**”, “**QUIÉN**”, “**CUÁNDO**”, “**CÓMO**”, y principalmente el “**PARA QUÉ**”. Para todas las actividades que deban ser incluidas o alteradas en los estándares ya existentes.

**5. 8. 2 Fase II.** Se deben verificar si las instrucciones, determinaciones y procedimientos implantados en el proceso, deben sufrir alteraciones antes de ser estandarizados, basándose en los resultados del estado anterior.

**5. 8. 3 Fase III.** Garantizar la no reaparición de los problemas, creando conciencia al operario de mejorar los estándares realizados.

**5. 8. 4 Fase IV.** Incorporar al estándar, si es posible el mecanismo “a prueba de tontos” de manera que el operario pueda realizar el estándar sin error.

**5. 8. 5 Fase V.** Evitar posibles confusiones: establecer la nueva fecha de comienzo del estándar y cuáles áreas serán afectadas. De esta manera la aplicación del estándar ocurrirá simultáneamente en todos los sitios y por todas las personas involucradas. Esto debe realizarse por medio de comunicación, es decir circulares y en lo posible reuniones.

**5. 8. 6 Fase VI.** Asegurarse de que los nuevos estándares o las actualizaciones a los ya existentes, sean transmitidas a todas las personas involucradas.

**5. 8. 7 Fase VII.** No limitarse a la comunicación por medio de documentos. Es necesario explicar la razón del cambio y exponer con claridad sus aspectos importantes así como los ítems alterados.

**5. 8. 8 Fase VIII.** Asegurarse de que todos los operarios estén capacitados para ejecutar el procedimiento operacional estándar.

**5. 8. 9 Fase IX.** Proceder al entrenamiento en el puesto de trabajo, con el fin de que los estándares no se conviertan en papeles muertos en el puesto de trabajo, y el operario no pueda ejecutar dicho estándar.

**5. 8. 10 Fase X.** Asegurarse de la disponibilidad de todos los documentos en el puesto de trabajo y en la forma en que sean necesarios para evitar posibles errores o accidentes por no seguir el estándar.

**5. 8. 11 Fase XI.** Evitar la reaparición de un problema por negligencia en la aplicación del estándar, por eso es recomendable redactarlos “a prueba de tontos”.

**5. 8. 12 Fase XII.** Establecer un sistema de revisión periódica, que debe ser liderado por el comité T.P.M. teniendo en cuenta que un estándar que no se le

realice un cambio en 6 meses, está obsoleto, debido a que el estándar puede volverse rutinario.

**5. 8. 13 Fase XIII.** En esta fase cualquier miembro del comité T.P.M. debe delegar al supervisor para la comprobación del cumplimiento de los procedimientos operacionales estándar.

## 5. MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

### 5.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El Mantenimiento Autónomo es una de las características más importantes que diferencia al **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL** del resto de programas de mantenimiento que se están desarrollando en las empresas actualmente (correctivo, preventivo, y predictivo ).

El ideal que se tiene con el Mantenimiento Autónomo es que quien quiera que opere el equipo, también lo mantenga. Originalmente, estas dos funciones estaban combinadas. Sin embargo, gradualmente, a medida de que el equipo se sofisticaba, el negocio crecía, las funciones de mantenimiento y producción se separaron. Como respuesta a las exigencias del crecimiento de la producción, los departamentos de producción se concentraban en el **OUTPUT**, mientras los departamentos de mantenimiento gradualmente asumían la responsabilidad de casi todas las funciones de mantenimiento. Esta especialidad bipolar consecuente continúa existiendo hoy día.

El mantenimiento realizado por los operadores del equipo, o **MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**, puede contribuir significativamente a la eficacia de los equipos. En

el centro del mantenimiento autónomo tenemos la prevención del deterioro, que hasta hace poco ha sido descuidada en la mayoría de las fábricas.

La producción eficiente depende tanto de las actividades de producción como de las de mantenimiento, pero la relación entre operadores y personal de mantenimiento es a menudo algo antagónica. Por muy duro que trabaje el personal de mantenimiento, poco progreso en la mejora del mantenimiento de los equipos puede llevar a cabo si la actitud del operador hacia el mantenimiento es “yo opero - tu arreglas”.

Si por otro lado, los operadores pueden participar en la función de mantenimiento siendo responsables de la prevención del deterioro, es más probable que se consigan los objetivos de mantenimiento. Este esfuerzo cooperativo permite que el personal de mantenimiento centre sus energías en tareas que requieren su propio “expertise” técnico; lo que representa el primer paso hacia un mantenimiento más eficiente.

Ambos departamentos deben hacer más que compartir la responsabilidad del equipo, tienen que trabajar juntos en un espíritu de colaboración. El de mantenimiento no puede simplemente estar esperando pasivamente a recibir órdenes del departamento de producción. Tampoco puede el de producción esperar milagros, cuando el servicio de mantenimiento se encuentra desbordado de ordenes de trabajo. Los operadores son responsables de la producción, y es comprensible que se impacienten si las reparaciones no se realizan

inmediatamente. Sin embargo, no hay manera de alcanzar los objetivos de mantenimiento si los dos grupos no logran comprender su respectiva situación o, en casos extremos, si se sienten enfrentados.

Es por esto la importancia del mantenimiento autónomo dentro de la empresa, ya que por medio de estos tipos de programas el operador se compromete con su equipo y con el mantenimiento de este, haciendo mucho más fácil la prevención de fallos en los elementos de la producción.

Todos los participantes en el desarrollo del mantenimiento autónomo deben comprender que las actividades de este (en todas las fases) son **obligatorias y necesarias**. Algunos directores y supervisores se imaginan que el mantenimiento autónomo es sinónimo de mantenimiento voluntario o no reglamentario y no controlado. Si no se corrige este malentendido, se pueden perjudicar las actividades de los grupos. El trabajo de mantenimiento autónomo realizado por los operadores se diseña para apoyar y complementar el esfuerzo planificado del departamento de mantenimiento. Una vez iniciadas, las actividades de ambos departamentos deben continuar paralelamente.

Además, estas actividades son vitales y parte necesaria del trabajo diario. Su propósito es conseguir las metas de las compañías a través de la implantación del mantenimiento diario por parte del operador entendido, consistente en limpieza, ajustes, e inspecciones regulares, así como actividades de mejoras.

## **5. 2 DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN LA SECCIÓN DE LATONERÍA.**

Para implantar el Mantenimiento Autónomo en la sección de **Latonería** de la empresa **Indufrial S.A.**, se dividió el programa en fases. Estas fases se basan en las experiencias de muchas compañías que han implantado el T.P.M. con éxito. Representan una división óptima de responsabilidades entre los departamentos de producción y mantenimiento para la realización de las actividades de mantenimiento y mejora.

En la implantación del mantenimiento autónomo, cada fase acentúa diferentes actividades y metas de desarrollo, y cada una se basa en un entendimiento completo y la práctica de los pasos anteriores. Las primeras tres actividades son:

- **Limpieza Inicial.**
- **Acción contra las fuentes de polvo y contaminación.**
- **Desarrollo de estándares de limpieza y lubricación.**

Estos tres pasos promueven el establecimiento de las condiciones básicas del equipo, que son las esenciales para el mantenimiento autónomo eficaz.

Los pasos 4 y 5 son:

- **Inspección general**
- **Inspección autónoma.**

Estos pasos acentúan la inspección concienzuda de los equipos y el posterior mantenimiento y estandarización. Además, estos pasos promueven el desarrollo de operadores entendidos y sensibles a las necesidades de su propio equipo. Durante estos períodos se presentaron en la compañía disminuciones en los fallos de los equipos.

### **5. 3 FUNCIONES QUE CORRESPONDEN A LOS OPERADORES**

El departamento de producción dentro del mantenimiento autónomo debe llevar a cabo las siguientes actividades de prevención del deterioro:

- Operar el equipo correctamente.

- mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, sujeción de pernos).
- Realizar los ajustes adecuados (principalmente en el herramientaje).
- Anotar datos de averías y otros defectos de mantenimiento.
- Colaborar con el departamento de mantenimiento.
- Realizar inspecciones diarias (utilizando los cinco sentidos).
- Realizar ciertas inspecciones periódicas.

Realizar reparaciones menores (sustitución simple de piezas y reparaciones temporales).

- Informar inmediata y correctamente de averías y otros fallos de funcionamiento.
- Ayudar en la reparación de averías esporádicas.

Estas actividades, particularmente la de mantener las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, sujeción de pernos) y la inspección diaria, ayudan a prevenir el deterioro, pero el personal de mantenimiento sólo no las puede realizar

adecuadamente. Son las personas que están más cerca de los equipos las que las realizan con más efectividad, es decir, los **OPERADORES**.

#### **5. 4 OBLIGACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO**

El mantenimiento autónomo solamente se puede establecer con la orientación y ayuda del departamento de mantenimiento. Los departamentos de mantenimiento a menudo ignoran la necesidad de instruir a los operadores en los procedimientos de mantenimiento que deben realizar. Por ejemplo, exigir inspecciones diarias y preparar estándares de inspección sin enseñar los métodos de inspección. Por esto el departamento de mantenimiento además de contribuir en el desarrollo de estándares de limpieza y lubricación, también debe instruir a los operarios en la realización de dichas actividades.

#### **5. 5 FORMACIÓN DEL PERSONAL EN MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**

El entendimiento a los operarios llega a través de la práctica más que por la racionalización intelectual. Aprovechando las propias actividades para realizar la instrucción inicial, con el fin de evitar confusiones que la manipulación puramente conceptual o ejercicios de lógica pueden ocasionar.

El éxito de la implantación del mantenimiento autónomo depende de una combinación del desarrollo gradual de las destrezas, aprendizaje experimental, y

de la mayor consciencia o cambio de actitud. Cada fase del mantenimiento autónomo se construye sobre el conocimiento, la experiencia y la comprensión de los pasos anteriores. Por esta razón la formación y el adiestramiento son diseñados para un progreso paso a paso y son cuidadosamente confeccionadas para cubrir las necesidades de los operadores que a través del desarrollo del programa se vayan presentando.

Para la formación del personal en el Mantenimiento Autónomo se programaron tres sesiones a los miembros de la sección piloto (Latonería), en la cual se está implementando el programa de Mantenimiento Productivo Total. En estas sesiones se le informa a los operadores las intenciones de la empresa de desarrollar un programa T.P.M., se explican las características de este tipo de programa dentro de la cual se hace énfasis en sus nuevas funciones como miembro del grupo piloto, en el cambio de mentalidad hacia el manejo de su equipo. Además a medida que estos conceptos se vayan clarificando, se adentra al operador en el manejo y mejora de los estándares de **Limpieza y Lubricación**, y la inspección rutinaria de los equipos. En las charlas e instrucciones sobre el manejo de los estándares de **Limpieza y Lubricación** y la inspección rutinaria de los equipos se utiliza a personal de mantenimiento, el cual tiene la tarea de dar orientación y ayuda a los operadores, y además de instruir a estos en los procedimientos de mantenimiento, limpieza e inspección que se deben realizar a los equipos.

A medida que el programa se está desarrollando, los operadores deben fijar sus propios estándares y criterios para la limpieza, lubricación, inspecciones, y preparación y ajuste de los equipos, basados en los estándares desarrollados por el comité T.P.M.

## **5. 6 ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES BÁSICAS DEL EQUIPO**

El establecimiento de las condiciones básicas del equipo es una actividad importante en el mantenimiento autónomo. Esta actividad incluye limpieza, lubricación y sujeción de pernos.

Tal como nos dice la palabra limpieza significa, quitar suciedad, esquirlas, polvo, residuos y otro tipo de materias extrañas que se adhieren a las máquinas, matrices, plantillas, herramientas, materia prima, piezas de trabajo, etc. Durante esta actividad los operadores buscan también defectos ocultos en sus equipos.

Los efectos perjudiciales producidos por una limpieza inadecuada son innumerables, sin embargo es típico que aparezcan directa o indirectamente de las siguientes maneras:

- Partículas extrañas entran en las partes deslizantes de las máquinas, en los sistemas hidráulicas, o en sistemas eléctricos, produciendo resistencia por fricción, desgastes, obstrucciones, fugas y fallos eléctricos. Esto ocasiona pérdidas de precisión, mal funcionamiento de equipos, y averías.

- A menudo, la calidad del producto se afecta directamente. Por ejemplo, en máquinas de moldeo de plástico por extrusión, la materia extraña que se adhiere a las matrices u otros accesorios, o que contamina los gránulos de plástico ocasiona carbonización en el interior del cilindro o en otros accesorios u ocasiona pérdidas de resina en la superficie de la base de la matriz. Esto perjudica el flujo correcto de resina, dificulta los cambio de útiles, o es causa de que la resina se quemé y se vuelva pegajosa.
- En el ensamblado de relés y otras piezas eléctricas de control, la suciedad y el polvo en las plantillas y herramientas se adhieren a los contactos y causan fallos eléctricos fatales.
- En la mecanización de precisión, la suciedad que se adhiere a las plantillas, herramientas y sus montajes ralentizan las operaciones de centrado y ocasiona excentricidades durante el mecanizado, siendo el resultado productos defectuosos.

Los defectos en los equipos sucios están ocultos tanto por razones físicas como psicológicas. Por ejemplo, el desgaste, el juego, los arañazos, las deformaciones, las fugas y demás defectos pueden ocultarse en el equipo sucio. Además los operadores pueden mostrar alguna resistencia psicológica a inspeccionar cuidadosamente el equipo sucio.

La limpieza no consiste simplemente en que el equipo parezca limpio, aunque tenga este efecto. Limpieza significa tocar y mirar cada pieza para detectar defectos y anomalías ocultos, tales como exceso de vibración, calor y ruido. En otras palabras, limpieza es inspección. De hecho si la limpieza no se realiza de esta manera pierde todo significado.

Cuando los operadores limpian una máquina que ha estado funcionando sin atención durante largo tiempo, pueden encontrar hasta 200 o 300 defectos, ocasionalmente defectos serios que son el presagio de una avería seria.

El efecto de la combinación de polvo, abrasión, suciedad, superficies dañadas, holguras, deformaciones y fugas en maquinaria, matrices, plantillas y herramientas, causan deterioro y problemas continuos. La limpieza es el método más eficaz para detectar tales faltas y prevenir las dificultades.

**5. 6. 1 Limpieza inicial del Equipo.** Al realizar la limpieza de los equipos los operadores toman parte en tres tipos de actividades que promueven equipos más limpios: ganan mayor conocimiento y respeto por sus equipos al llevar a cabo una limpieza concienzuda inicial, eliminan las fuentes de suciedad y contaminación y consiguen que sea más fácil realizar la limpieza, desarrollan sus propios estándares de limpieza y lubricación.

Limpiar el equipo y tocar cada pieza puede ser una experiencia nueva para el operador. Esta actividad proporciona muchos descubrimientos y preguntas. Debido a la propia limpieza en sí y a las charlas y reuniones del grupo T.P.M., les servirá de estímulo para mantener limpio el equipo aunque sólo sea por el trabajo que les ha supuesto conseguirlo.

En la sección **Latonería** se realizó una limpieza y mantenimiento exhaustivo de todos los equipos que la componen, en la cual intervino el personal de mantenimiento y gran parte de los operadores de los equipos. Esta limpieza y mantenimiento tuvo una duración de una semana y su finalidad fue el establecimiento de las condiciones básicas del equipo, para que el desarrollo del mantenimiento autónomo sea un éxito dentro del T.P.M.

Dentro de la sección **Latonería** los operadores de las máquinas troqueladoras ya tenían experiencia en este tipo de actividades, pero el resto de los operadores solo se limitaban al manejo de sus equipos y esta fue una experiencia nueva en la cual lograron comprender el funcionamiento de su equipo, identificar las partes críticas y conocer las condiciones óptimas de funcionamiento de este.

**5. 6. 2 Prevenir la contaminación.** Cuanto más esfuerzo inicial dediquen los operadores a la limpieza del equipo, más desearán mantener el estado limpio de los equipos, que tanto les ha costado conseguir. Al mismo tiempo empiezan a sentir el deseo de realizar mejoras. Pueden por ejemplo decir:

Da igual cuantas veces limpie esta pieza, rápidamente se vuelve a ensuciar, ¿Qué puedo hacer para evitarlo ?.

- Los problemas que he logrado encontrar y corregir aparecerán de nuevo si los dejamos tal como están.
- Por el momento he concluido la limpieza, pero debo disminuir el número de averías y fallos.

Para estimular esta cultura dentro de los operadores se ha decidido diseñar un formato (Ver cuadro 7) donde estos pueden colocar todas sus sugerencias e ideas para disminuir la contaminación y disminuir los tiempos de limpieza y de lubricación.

Las ideas presentadas por los operadores serán estudiadas por el comité T. P. M. y de esta manera se tomarán las medidas necesarias para corregir los problemas o fuentes de contaminación con una importante intervención de quien presentó la idea.

Aunque el objetivo de la eliminación de las fuentes de contaminación sea el reducir los tiempos de limpieza, este tipo de mejoras pueden también afectar la calidad del producto, la frecuencia de las averías, la preparación, la mantenibilidad y otros factores. De ahí la importancia de estudiar por parte de los comités T. P. M. las ideas sugeridas por los operarios.



Una de las recomendaciones hechas para la eliminación de las fuentes de contaminación, y que actualmente se encuentra en estudio debido al alto tiempo de parada que se necesita para realizarla, es aumentar en 50 cm la distancia que separa las máquinas troqueladoras para que se pueda realizar una inspección adecuada y de fácil acceso.

**5. 6. 3 Preparación de estándares de limpieza y lubricación.** Utilizando la experiencia ganada a través del tiempo, los operadores identifican las condiciones óptimas de (limpieza, lubricación, apriete de pernos) para sus equipos. El grupo de mantenimiento autónomo debe entonces fijar los estándares operativos requeridos para mantener estas condiciones.

El mayor obstáculo en el desarrollo de los estándares es que las personas que fijan los estándares no son las mismas que las tienen que seguir. Esto promueve la actitud de “yo (supervisores o personal de ingeniería) fijo los estándares y los operadores los obedecen”. Cuando los supervisores contemplan los estándares como reglas que hay que obedecer, es típico que ignoren la necesidad de explicar por qué son necesarios, cómo seguirlos adecuadamente, o cómo proporcionar el tiempo necesario. En lugar de intentar obligar a los operadores a que sigan los estándares, se apoya sus esfuerzos de la siguiente manera:

Clarificar los estándares y cómo seguirlos.

- Explicar claramente por qué los estándares deben seguirse, es decir lo que ocurriría si no se siguieran.

- Proporcionar el entorno necesario, por ejemplo, asegurando que se disponga del tiempo suficiente.

En otras palabras si no existen motivación, habilidad, y oportunidad, los estándares no pueden obedecerse, por mucho que se esfuercen los supervisores en intentar imponerlos. La mayoría de las actividades relacionadas con el mantenimiento autónomo dependen de la destreza y motivación de los operadores que los ejecutan en la práctica.

La mejor forma de asegurar la adhesión por parte de los operadores a los estándares es que los fijen las personas que los tendrán que seguir, asistidas por los departamentos de mantenimiento y de ingeniería. En realidad, éste es el primer paso en el establecimiento del control autónomo. Se requieren las siguientes acciones:

- Explicar con claridad la importancia de seguir el estándar.

Pedir a los operadores que desarrollen y fijen los estándares (asistidos por los departamentos de mantenimiento y de ingeniería).

Cuando los miembros de un grupo de mantenimiento autónomo preparan sus propios estándares, definen sus propios cometidos y se comprometen a cumplirlos. Este es un paso significativo de desarrollo. A través de este proceso,

los miembros de los grupos comienzan a comprender el verdadero significado del trabajo en equipo.

Solamente una cantidad limitada de tiempo puede destinarse a la limpieza (incluyendo apriete de pernos y detección de defectos menores del equipo) y la lubricación. El grupo debe preparar estándares y objetivos individuales de tiempo, basándose en los límites establecidos por la dirección. Por ejemplo, se pueden fijar objetivos típicos de 10 minutos diarios, 30 minutos al final de la semana, y una hora al final de cada mes.

Si se desarrollan estándares que no se puedan cumplir dentro de los tiempos previstos, se deben buscar formas de reducir los tiempos. Obviamente, es necesario que los directivos y el personal de ingeniería cooperen de forma total, para simplificar y mejorar los procedimientos de limpieza, lubricación y apriete de pernos, a través de medidas como la lubricación centralizada, intervalos más largos de lubricación, recolocación de lubricadores, mejores etiquetas de instrucciones de lubricación, marcas de límite en los indicadores de nivel de aceite, marca de montaje de pernos y tuercas, y diferentes acciones contra las fuentes de contaminación.

**5. 6. 3. 1 Promoción de la lubricación.** La segunda ayuda para los operarios en el establecimiento de las condiciones básicas del equipo consiste en asegurar una lubricación correcta. La lubricación previene el deterioro del equipo y preserva su fiabilidad. Igual que otros defectos ocultos la lubricación inadecuada

no se tiene en cuenta a menudo, porque no siempre está relacionada directamente con los defectos de calidad.

- **Una lubricación inadecuada ocasiona pérdidas.** Las pérdidas causadas por una lubricación inadecuada incluyen no sólo aquellas que son el resultado de obstrucciones, sino también la lubricación insuficiente que conduce a pérdidas indirectas, tales como disminución de la exactitud operativa en las partes móviles, sistemas neumáticos, etc., así como a un desgaste más rápido que acelera el deterioro, causa más defectos, e incrementa los tiempos de ajuste. Estas pérdidas indirectas pueden ser a menudo más significativas que las obstrucciones. Por ejemplo con la aplicación de unos métodos de control concienzudos de la lubricación se pueden reducir en un porcentaje el consumo eléctrico, además de la cantidad de pérdidas por exactitud producidas por una lubricación insuficiente.

- **Mejora de la lubricación.** Cualquier persona que prepara estándares debe probar personalmente el procedimiento antes que los operadores, con el fin de asegurar que sea posible completarlos dentro del tiempo especificado. Para reducir el tiempo, puede ser necesario realizar varias mejoras, tales como cambiar el tipo de lubricación, fijar etiquetas de instrucciones etc.

Por otro lado la lubricación no sirve para nada si sus mecanismos no funcionan o no están en buen estado. Un paseo por la planta de una fábrica revelará muchos depósitos de aceite, lubricadores o engrasadores sucios y con sedimentos, o

tubos obstruidos en los sistemas de lubricación. Si este es el caso, la lubricación no servirá para nada por muy frecuente que sea su realización.

**5. 6. 3. 2 Promoción de atornillados correctos.** Los operarios son quienes se encuentran en mejor posición para asegurar diariamente que todos los elementos de sujeción estén correctamente tensados. El atornillado correcto es el tercer modo que tienen los operarios para ayudar a establecer las condiciones básicas del equipo.

La holgura o falta de tuercas, pernos y otros elementos de anclaje pueden causar pérdidas grandes, directa e indirectamente. Por ejemplo:

- Los pernos sueltos causan fracturas y roturas de herramientas y consecuentemente productos defectuosos, así como el cambio de la herramienta (se presenta en las máquinas troqueladoras).
- Los pernos sueltos en los rebordes de los tubos y mangueras causan fugas (se presenta en las máquinas dobladoras, cortadoras y troqueladoras).

Es típico que un sólo perno suelto sea la causa directa de un defecto o avería. Sin embargo, en la mayoría de los casos, un perno suelto causa vibraciones, como consecuencia de lo cual otros pernos empiezan a soltarse. La vibración se alimenta de la vibración, la holgura se alimenta de la holgura. El deterioro se

extiende, la precisión del funcionamiento disminuye, y eventualmente se dañan las piezas.

**5. 6. 4 Estándares de limpieza y lubricación para la sección Latonería.** Para la sección Latonería se prepararon estándares de limpieza y lubricación (ver cuadros del 8 al 13), estos estándares se realizaron teniendo en cuenta los puntos críticos de cada una de las máquinas a las cuales se quiere llevar a las condiciones básicas de funcionamiento del equipo.

Los tiempos de limpieza y lubricación establecidos en estos estándares se tomaron de las opiniones de los operadores y de la experiencia con que cuenta el personal de mantenimiento, el cual realizaba estas actividades anteriormente.

**Cuadro 8. Estándar de limpieza y lubricación**

<b>ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN PARA GOITI FAGOR</b>		<b>LATONERÍA</b>			
<b>Estándares de limpieza</b>	<b>Métodos de limpieza</b>	<b>Tiempo de limpieza</b>	<b>Ciclo de limpieza</b>		
			<b>Día</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
No adherencia de desechos en la carcasa de la maquina	Remover con rascador de acero	10 min.		○	
No dispersar desechos metálicos alrededor del puesto de trabajo.	Barrer con escoba	5 min.	○		

Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		O	
Mantener limpios los DETECTORES de proximidad	Por medio de un pincel o con Aire	5 min.			O
Limpiar los alojamientos de las herramientas y la torreta	Extraer por medio de imán u otro medio	60 min.		O	
<b>Estándares de lubricación</b>	<b>Métodos de lubricación</b>	<b>Tiempo de lubricación</b>	<b>Ciclo de Lubricación</b>		
			<b>Día.</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
El nivel de aceite en el deposito principal , al limite superior.	Echar a mano	10 min.		O	
Mantener las cadenas lubricadas, en toda su longitud	Por medio de un pincel	5 min.		O	
Rellenar de aceite el lubricador	Echar a mano	8 min.		O	
Mantener lubricados las guías lineales y los husillos de bolas	Usar bomba manual de presión 2 o 3 accionamientos	5 min.		O	
Mantener lubricadas las guías de punzones	Por medio de un pincel	10 min.		O	
1.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Hidráulico)					O
2.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Neumático)					O

**Cuadro 9. Estándar de limpieza y lubricación**

<b>ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN PARA GOITI NISHIMBO</b>			<b>LATONERÍA</b>		
<b>Estándares de limpieza</b>	<b>Métodos de limpieza</b>	<b>Tiempo de limpieza</b>	<b>Ciclo de limpieza</b>		
			<b>Día</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
No adherencia de desechos en la carcasa de la maquina	Remover con rascador de acero	10 min.		O	
No dispersar desechos metálicos alrededor del puesto de trabajo.	Barrer con escoba	5 min.	O		

Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		O	
Mantener limpios los DETECTORES de proximidad	Por medio de un pincel o con Aire	5 min.			O
Limpiar los alojamientos de las herramientas y la torreta	Extraer por medio de imán u otro medio	60 min.		O	
<b>Estándares de lubricación</b>	<b>Métodos de lubricación</b>	<b>Tiempo de lubricación</b>	<b>Ciclo de Lubricación</b>		
			<b>Día.</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
El nivel de aceite en el deposito principal , al limite superior.	Echar a mano	10 min.		O	
Mantener las cadenas lubricadas, en toda su longitud	Por medio de un pincel	5 min.		O	
Rellenar de aceite el lubricador	Echar a mano	8 min.		O	
Mantener lubricados las guías lineales y los husillos de bolas	Usar bomba manual de presión 2 o 3 accionamientos	5 min.		O	
Mantener lubricadas las guías de punzones	Por medio de un pincel	10 min.		O	
1.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Hidráulico)					O
2.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Neumático)					O

**Cuadro 10. Estándar de limpieza y lubricación**

<b>ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN PARA GOITI NISHIMBO</b>			<b>LATONERÍA</b>		
<b>Estándares de limpieza</b>	<b>Métodos de limpieza</b>	<b>Tiempo de limpieza</b>	<b>Ciclo de limpieza</b>		
			<b>Día</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
No adherencia de desechos en la carcasa de la maquina	Remover con rascador de acero	10 min.		O	
No dispersar desechos metálicos alrededor del puesto de trabajo.	Barrer con escoba	5 min.	O		
Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		O	

chequear					
Mantener limpios los DETECTORES de proximidad	Por medio de un pincel o con Aire	5 min.			O
Limpiar los alojamientos de las herramientas y la torreta	Extraer por medio de imán u otro medio	60 min.		O	
<b>Estándares de lubricación</b>	<b>Métodos de lubricación</b>	<b>Tiempo de lubricación</b>	<b>Ciclo de Lubricación</b>		
			<b>Día.</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
El nivel de aceite en el deposito principal , al limite superior.	Echar a mano	10 min.		O	
Mantener las cadenas lubricadas, en toda su longitud	Por medio de un pincel	5 min.		O	
Rellenar de aceite el lubricador	Echar a mano	8 min.		O	
Mantener lubricados las guías lineales y los husillos de bolas	Usar bomba manual de presión 2 o 3 accionamientos	5 min.		O	
Mantener lubricadas las guías de punzones	Por medio de un pincel	10 min.		O	
1.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Hidráulico)					O
2.Chequear el sistema de tuberías y mangueras (Neumático)					O

**Cuadro 11. Estándar de limpieza y lubricación**

<b>ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</b>			<b>LATONERÍA</b>		
<b>PARA DOBLADORA MEBUSA</b>					
<b>Estándares de limpieza</b>	<b>Métodos de limpieza</b>	<b>Tiempo de limpieza</b>	<b>Ciclo de limpieza</b>		
			<b>Día</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
Limpieza de desechos en la carcaza principal de la maquina	Remover con rascador de acero	7 min.		O	
Eliminar suciedad y aceite en la carcaza principal de la maquina	Limpiar con cepillo de algodón	5 min.		O	

Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		○	
Limpiar alrededor de las maquinas ( Área de trabajo )	Barrer con escoba	5 min.	○		
Limpiar los paneles de control y el manómetro de la maquina	Limpiar con paño de algodón	3 min.		○	
<b>Estándares de lubricación</b>	<b>Métodos de lubricación</b>	<b>Tiempo de lubricación</b>	<b>Ciclo de Lubricación</b>		
			<b>Día.</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
Mantener lubricados los rieles de deslizamiento de topes	por medio de un pincel o echar a mano	5 min.		○	
1.Chequear el conjunto de mangueras del sistema hidráulico <b>semanalmente.</b>					
2.Para proteger las aristas de los herramientas se deben colocar en los estantes metálicos procurando que los filos de estas no choquen con las demás herramientas ni con la mesa.					

**Cuadro 12. Estándar de limpieza y lubricación**

<b>ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</b>			<b>LATONERÍA</b>			
<b>PARA CORTADORA GUIFIL</b>						
<b>Estándares de limpieza</b>	<b>Métodos de limpieza</b>	<b>Tiempo de limpieza</b>	<b>Ciclo de limpieza</b>	<b>Día</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
Limpieza de desechos en la carcaza principal de la maquina	Remover con rascador de acero	7 min.		○		
Eliminar suciedad y aceite en la carcaza principal de la	Limpiar con cepillo de algodón	5 min.		○		

maquina					
Procurar que las mirillas de niveles de aceite sean fáciles de chequear	Limpiar con cepillo de algodón	3 min.		O	
Limpiar alrededor de las maquinas ( Área de trabajo )	Barrer con escoba	5 min.	O		
Limpiar los paneles de control y el manómetro de la maquina	Limpiar con paño de algodón	3 min.		O	
<b>Estándares de lubricación</b>	<b>Métodos de lubricación</b>	<b>Tiempo de lubricación</b>	<b>Ciclo de Lubricación</b>		
			<b>Día.</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
Nivel de aceite en el deposito principal en limite superior	Echar a mano	10 min.		O	
Mantener lubricados los rieles de deslizamiento de topes	por medio de un pincel o echar a mano	5 min.		O	
1. Evite la colocación de piezas <b>pesadas</b> sobre la mesa de la maquina					
2. Chequear el conjunto de mangueras del sistema hidráulico <b>semanalmente</b>					
3. Las laminas a cortar deben estar siempre <b>limpias y lubricadas</b>					

**Cuadro 13. Estándar de limpieza y lubricación**

<b>ESTÁNDARES DE LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN</b>			<b>LATONERÍA</b>		
<b>PARA CORTADORA GRIEBEL</b>					
<b>Estándares de limpieza</b>	<b>Métodos de limpieza</b>	<b>Tiempo de limpieza</b>	<b>Ciclo de limpieza</b>		
			<b>Día</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
Limpieza de desechos en la carcaza principal de la maquina	Remover con rascador de acero	7 min.		O	
Eliminar suciedad y aceite en la carcaza principal de la maquina	Limpiar con cepillo de algodón	5 min.		O	
Procurar que las mirillas de	Limpiar con cepillo				

niveles de aceite sean fáciles de chequear	de algodón	3 min.		O	
Limpiar alrededor de las maquinas ( Área de trabajo )	Barrer con escoba	5 min.	O		
Limpiar los paneles de control y el manómetro de la maquina	Limpiar con paño de algodón	3 min.		O	
<b>Estándares de lubricación</b>	<b>Métodos de lubricación</b>	<b>Tiempo de lubricación</b>	<b>Ciclo de Lubricación</b>		
			<b>Día.</b>	<b>Sem.</b>	<b>Mes.</b>
Nivel de aceite en el deposito principal en limite superior	Echar a mano	10 min.		O	
1.Chequear que la lámina entre en forma correcta al comenzar el corte					
2.Évite la colocación de piezas <b>pesadas</b> sobre la mesa de la maquina					
3.Chequear el conjunto de mangueras del sistema hidráulico <b>semanalmente</b>					
4.Las laminas a cortar deben estar siempre <b>limpias y lubricadas</b>					

El comité T.P.M. estudió los estándares y se decidió ponerlos en funcionamiento, realizando un seguimiento para observar el cumplimiento o no de los tiempos y períodos de lubricación y limpieza adoptados y además realizar próximos cambios dirigidos al mejoramiento de los estándares, teniendo en cuenta las recomendaciones proporcionadas por los operarios.

## 5. 7 INSPECCIÓN GENERAL

En un programa de mantenimiento autónomo se adiestra a los operadores a que realicen inspecciones de rutinas. Se espera de ellos que sean capaces de identificar las evidencias, a menudo sutiles, del deterioro.

Muchas compañías piden a sus operarios que realicen algún tipo de inspección , pero estos no logran resultados significativos por tres razones ya conocidas:

- Se exige inspección, pero no se estimulan a los trabajadores para que prevengan el deterioro de los equipos (falta de motivación).
- Se exige inspección, pero no se concede el tiempo suficiente para llevarla a cabo.

Inevitablemente, hay problemas con la inspección cuando los Ingenieros de Mantenimiento preparan las hojas de chequeo para inspección y simplemente las entregan a los operadores. Los Ingenieros desean siempre que se inspeccionen demasiados elementos y tienden a considerar que su trabajo ha terminado cuando han preparado las hojas de chequeo.

El principal problema es probablemente que se pide a los operadores que se realicen inspecciones para las que no tienen las destrezas necesarias. Los operadores necesitan un adiestramiento considerable antes de que puedan realizar las inspecciones correctamente; con la simple entrega de una hoja de chequeo no se les capacita para realizar el trabajo.

Incluso los operadores adiestrados no deben confiar exclusivamente en las hojas de chequeo para realizar las inspecciones. Su función más importante es hacer juicios basados en su propio conocimiento del estado del equipo e identificar los defectos de funcionamiento durante la limpieza y lubricación.

El primer requerimiento para una inspección autónoma general es disponer de operadores conocedores de su equipo y que confíen en él. Una vez que hayan sido adiestrados y tengan la práctica necesaria para llevar a cabo inspecciones generales, pueden preparar hojas de chequeo que cubran sus propios requerimientos.

**5. 7. 1 Simplificar las inspecciones diarias.** Muchas fábricas piden a sus operadores que sigan un procedimiento de inspección muy detallado. Sin embargo, a menudo no es necesario realizar un chequeo diario de muchos de los elementos anotados. Además solo se concede un tiempo insuficiente para ello.

Limitar las inspecciones diarias a los pocos elementos necesarios para evitar graves problemas de seguridad y calidad y permitir que los operadores practiquen a fondo hasta que todo ello se integre en la rutina de trabajo.

**5. 7. 2 Conceder el tiempo adecuado para la inspección general.** La inspección general es demasiado importante para que se realice de prisa y arriesgadamente en los procedimientos diarios cargados con elementos no esenciales. En lugar de ello considerar reservar un bloque de tiempo para dedicar toda la atención, incluso si fuera necesario alargar el intervalo entre inspecciones. (Por ejemplo, reservar 30 minutos extras cada diez días en lugar de cinco minutos todos los días).

Con un bloque de tiempo ampliado, los operadores sabrán con seguridad realizar los controles requeridos, y les sobrar  tiempo. Además, con la práctica de esta actividad, desarrollan gradualmente la capacidad de percibir durante la operación el estado en que se encuentra su equipo y de detectar señales de problemas mientras limpian y lubrican, incluso sin reservar un tiempo extra para ello.

**5. 7. 3 Listas de chequeo para la sección Latonería.** Los tiempos de inspección dados a los elementos mostrados en las listas de chequeos desarrolladas para los equipos de la sección Latonería (ver cuadros del 14 al 17) se determinó a través de la experiencia del personal de mantenimiento, para los cuales se midió el tiempo que estos emplearían en la realización de esta inspección, claramente adaptados a las capacidades de los operadores de los equipos. Naturalmente, los tiempos de inspección est n sujetos a modificaciones dependiendo de los registros posteriores de inspección. Los intervalos designados para cada una de las actividades de inspección quedaron establecidos de la siguiente manera (ver cuadro 18).

## **5. 8 PROCEDIMIENTO PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO DE LOS ESTÁNDARES**

El procedimiento para el mejoramiento continuo de los estándares se debe desplegar en las siguientes fases lógicas:

**Cuadro 14. Lista de chequeo**

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA TROQUELADORAS GOITI</b>	
<b>1.SITEMA NEUMÁTICO</b>	a. ¿Tiene fugas algún equipo neumático?
<b>Tubería y equipo</b>	a. ¿Hay pernos sueltos, vibración anormal o tubos doblados? a. ¿hay alguna fuga de aire o drenaje de aire?
<b>Válvulas</b>	a. ¿Cortan completamente el flujo las válvulas cuando se cierran? b. ¿Son difíciles de abrir o cerrar? c. ¿Están todos los indicadores de presión de aire limpios y sin daños?
<b>2. SISTEMA HIDRÁULICO</b>	a. ¿Hay holguras en mecanismos o tuberías? b. ¿Son fáciles de leer las placas de cada mecanismo?
<b>Tuberías y mangueras</b>	a. ¿Hay tuberías flexibles o juntas con fugas?
<b>3. SISTEMA MECÁNICO</b>	
<b>Correas</b>	a. ¿hay superficies con desgaste perjudicial o contaminadas de aceite? b. ¿Es uniforme la tensión en las correas?
<b>Cadenas</b>	c. ¿Es deficiente el engranaje entre cadenas y dientes por el estiramiento de la cadena?

**Cuadro 15. Lista de chequeo**

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA DOBLADORAS MEBUSA</b>	
<b>1. SISTEMA HIDRÁULICO</b>	a. ¿Tiene fugas algún equipo hidráulico?
<b>Tubería y mangueras</b>	a. ¿Hay pernos sueltos, vibración anormal o tubos doblados? b. ¿Hay tuberías flexibles con fugas? c. ¿hay holguras o juegos en los anclajes?
<b>Cilindros</b>	a. ¿Esta el equipo libre de daños ( cubierta ) ? b. ¿Están los cilindros instalados con seguridad sin holguras o aflojamientos? c. ¿Esta el equipo actuando correctamente (velocidad, vibración)? d. ¿Hay fuga de aceite en los cilindros?
<b>2. SISTEMA MECÁNICO</b>	
<b>Rodamientos</b>	a. ¿Hay rodamientos sobrecalentados o ruidosos?
<b>3. SISTEMA ELÉCTRICO</b>	a. ¿Hay bulbos fundidos en lamparas del panel ? b. ¿Están firmemente fijos los botones de interruptores? c. ¿Hay olores inusuales?

**Cuadro 16. Lista de chequeo**

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA CORTADORA GRIEBEL</b>	
<b>1. SISTEMA HIDRÁULICO</b>	a. ¿Tiene fugas algún equipo hidráulico?
<b>Tubería y mangueras</b>	a. ¿Hay pernos sueltos, vibración anormal o tubos doblados? b. ¿Hay tuberías flexibles con fugas? c. ¿hay holguras o juegos en los anclajes?
<b>Cilindros</b>	a. ¿Esta el equipo libre de daños ( cubierta ) ? b. ¿Están los cilindros instalados con seguridad sin holguras o aflojamientos? c. ¿Esta el equipo actuando correctamente (velocidad, vibración)? d. ¿Hay fuga de aceite en los cilindros?
<b>2. SISTEMA MECÁNICO</b>	
<b>Rodamientos</b>	a. ¿Hay rodamientos sobrecalentados o ruidosos?
<b>3. SISTEMA ELÉCTRICO</b>	a. ¿Hay bulbos fundidos en lamparas del panel ? b. ¿Están firmemente fijos los botones de interruptores? c. ¿Hay olores inusuales?

**Cuadro 17. Lista de chequeo**

<b>LISTA DE CHEQUEO PARA CORTADORA GUIFIL</b>	
<b>1. SISTEMA HIDRÁULICO</b>	a. ¿Tiene fugas algún equipo hidráulico?
<b>Tubería y mangueras</b>	a. ¿Hay pernos sueltos, vibración anormal o tubos doblados? b. ¿Hay tuberías flexibles con fugas? c. ¿hay holguras o juegos en los anclajes?
<b>Cilindros</b>	a. ¿Esta el equipo libre de daños ( cubierta ) ? b. ¿Están los cilindros instalados con seguridad sin holguras o aflojamiento? c. ¿Esta el equipo actuando correctamente (velocidad, vibración)? d. ¿Hay fuga de aceite en los cilindros?
<b>2. SISTEMA MECÁNICO</b>	
<b>Rodamientos</b>	a. ¿Hay rodamientos sobrecalentados o ruidosos?
<b>3. SISTEMA ELÉCTRICO</b>	a. ¿Hay bulbos fundidos en lamparas del panel ? b. ¿Están firmemente fijos los botones de interruptores? c. ¿Hay olores inusuales?

**Cuadro 18. Intervalos de inspección.**

<b>Sistemas de inspección</b>	<b>Intervalos de inspección</b>	<b>Lugares de inspección</b>
<b>S. neumático</b>	Diario	Presión del fluido
	Cada 10 días	Cilindros y válvulas neumáticas, conmutadores de límite
<b>S. hidráulico</b>	Diario	Fugas de aceite
	Cada 10 días	Cilindros hidráulicos y conmutadores de límite
	Cada 3 meses	Válvulas hidráulicas
<b>S. de dirección</b>	Mensual	Motores, transmisiones, engranajes, cadenas, poleas y bandas planas y en v

**5. 8. 1 Fase I.** En esta fase deben destacar en el procedimiento operacional las cuestiones, “**QUÉ**”, “**QUIÉN**”, “**CUÁNDO**”, “**CÓMO**”, y principalmente el “**PARA**

**QUÉ”.** Para todas las actividades que deban ser incluidas o alteradas en los estándares ya existentes.

**5. 8. 2 Fase II.** Se deben verificar si las instrucciones, determinaciones y procedimientos implantados en el proceso, deben sufrir alteraciones antes de ser estandarizados, basándose en los resultados del estado anterior.

**5. 8. 3 Fase III.** Garantizar la no reaparición de los problemas, creando conciencia al operario de mejorar los estándares realizados.

**5. 8. 4 Fase IV.** Incorporar al estándar, si es posible el mecanismo “a prueba de tontos” de manera que el operario pueda realizar el estándar sin error.

**5. 8. 5 Fase V.** Evitar posibles confusiones: establecer la nueva fecha de comienzo del estándar y cuáles áreas serán afectadas. De esta manera la aplicación del estándar ocurrirá simultáneamente en todos los sitios y por todas las personas involucradas. Esto debe realizarse por medio de comunicación, es decir circulares y en lo posible reuniones.

**5. 8. 6 Fase VI.** Asegurarse de que los nuevos estándares o las actualizaciones a los ya existentes, sean transmitidas a todas las personas involucradas.

**5. 8. 7 Fase VII.** No limitarse a la comunicación por medio de documentos. Es necesario explicar la razón del cambio y exponer con claridad sus aspectos importantes así como los ítems alterados.

**5. 8. 8 Fase VIII.** Asegurarse de que todos los operarios estén capacitados para ejecutar el procedimiento operacional estándar.

**5. 8. 9 Fase IX.** Proceder al entrenamiento en el puesto de trabajo, con el fin de que los estándares no se conviertan en papeles muertos en el puesto de trabajo, y el operario no pueda ejecutar dicho estándar.

**5. 8. 10 Fase X.** Asegurarse de la disponibilidad de todos los documentos en el puesto de trabajo y en la forma en que sean necesarios para evitar posibles errores o accidentes por no seguir el estándar.

**5. 8. 11 Fase XI.** Evitar la reaparición de un problema por negligencia en la aplicación del estándar, por eso es recomendable redactarlos “a prueba de tontos”.

**5. 8. 12 Fase XII.** Establecer un sistema de revisión periódica, que debe ser liderado por el comité T.P.M. teniendo en cuenta que un estándar que no se le realice un cambio en 6 meses, está obsoleto, debido a que el estándar puede volverse rutinario.

**5. 8. 13 Fase XIII.** En esta fase cualquier miembro del comité T.P.M. debe delegar al supervisor para la comprobación del cumplimiento de los procedimientos operacionales estándar.

## **6. MANTENIMIENTO PLANIFICADO**

### **6. 1 MEJORAS AL PLAN DE MANTENIMIENTO PLANEADO**

En la empresa **Indufrial S.A**, el Departamento de Mantenimiento ha venido desarrollando el Mantenimiento Correctivo y Preventivo. Sin embargo, estos programas no siguen ningún estándar o registro, en los cuales se puedan controlar mas los tiempos, períodos y tipos de intervenciones que se le hacen a los equipos, la programación del trabajo del personal de mantenimiento y los costos de operación. Es así, como en esta área, se realizó un gran número de actividades dirigidas a mejorar el rendimiento de los procesos tales como planeación, desarrollo, comunicación y ejecución de planes en mantenimiento.

### **6. 2 ORGANIZACIÓN PARA PLANEAR Y PROGRAMAR EL MANTENIMIENTO**

Organizar las actividades de mantenimiento pueden tener mayor éxito, cuando se toman como base principios sólidos y cuando la forma de organización satisface las pruebas de la lógica, la comunicación y el equilibrio.

Los siguientes son los principios clave que se deben tomar en consideración cuando se organiza la función de mantenimiento.

**6. 2. 1 Relación cliente-servicio.** La justificación natural para la existencia de la actividad de mantenimiento es que una empresa requiere que sus equipos e instalaciones estén en buenas condiciones de operación para cumplir con sus responsabilidades. Estas instalaciones deben mantenerse en un nivel que de por resultado un uso eficaz y económico con respecto al objetivo. El costo de construcción y mantenimiento es parte del costo general de operación y los fondos para esta actividad se incluyen en los presupuestos de los departamentos operativos. Las operaciones son el cliente principal o usuario del servicio de construcción y mantenimiento. El mantenimiento proporciona el servicio que se requiere. Esta relación de cliente servicio es la base para asignar autoridad y responsabilidad a los miembros del equipo de la organización.

**6. 2. 2 Principio del tamaño óptimo del equipo.** El tamaño óptimo del equipo es el menor número de obreros que pueden realizar un trabajo usando un buen método representativo en forma segura.

**6. 2. 3 Principio de puntualidad.** Los puntos de control de la programación deben estar a intervalos de frecuencia suficiente de manera que los problemas se detecten a oportunos para que el trabajo se termine a tiempo.

**6. 2. 4 Responsabilidad de las actividades.** El control de trabajo depende de la responsabilidad definida para cada actividad en la vida de una orden de trabajo. Por ejemplo, el solicitante es responsable de entregar la orden de trabajo al departamento de mantenimiento.

**6. 2. 5 Las formas y las relaciones de la organización.** Existen dos formas básicas de organización de mantenimiento: central y por áreas. En una organización central, todas las actividades se controlan desde un taller de mantenimiento. En una organización por área, la autoridad se delega a los diversos talleres de área y es ahí donde se asignan los trabajos de mantenimiento.

la organización central ofrece más control, mientras que la organización por áreas ofrece una mejor respuesta debido a que los requerimientos de traslado son más cortos. Una tercera forma de organización la de centro-área, es una combinación de las dos primeras que se usan en las organizaciones grandes y complejas y ofrecen un arreglo que permite tanto un gran control como una rápida respuesta. Los trabajos que se realizan cotidianamente en un área, se asignan ahí, mientras que los que no se usan seguido se despachan desde el taller central.

**6. 2. 6 Relaciones de la organización.** Por lo general, una buena relación de personal a supervisión es de 15 a 1, mientras que una buena razón de

planificadores a personal es de 30 a 1. Por lo tanto, una unidad de trabajo básico está formada por 1 planificador, 2 supervisores, y 30 empleados de mantenimiento. Los supervisores generales suelen tener cuatro supervisores de línea que les reportan a ellos. Un Ingeniero de Mantenimiento y un coordinador de material pueden brindar apoyo a cerca de 100 obreros.

**6. 2. 7 Efectos de otros factores en las relaciones.** Al establecer las razones, deben considerarse con cuidado otros factores, como el alcance de la responsabilidad. Un supervisor de un equipo de 15 empleados, debe pasar medio día consiguiendo los materiales, está trabajando en realidad, con una razón de 30 a 1 .

La habilidad con que se realice la supervisión del mantenimiento y de la fuerza laboral, así como la esencia del trabajo, afectan también las razones. Un personal capacitado y experimentado que realiza trabajos rutinarios de Mantenimiento Preventivo o que trabaja en un taller central de maquinaria, puede requerir tan sólo de un supervisor por cada 20 o 30 obreros, en el supuesto caso de que haya planeación eficaz y funciones que coordinen los materiales.

### **6. 3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El Mantenimiento **Preventivo** es una inspección periódica para detectar condiciones de operación que puedan ocasionar averías, detención de la producción o pérdidas que perjudiquen la función, combinada con mantenimiento destinado a eliminar, controlar o remediar tales condiciones en sus fases iniciales. En otras palabras, el mantenimiento preventivo es una rápida detección y tratamiento de anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas. Es una medicina preventiva para el equipo.

El Mantenimiento Preventivo consiste en dos actividades básicas: (1) inspección periódica y (2) restauración planificada del deterioro basada en los resultados de las inspecciones. También el mantenimiento diario de rutina destinado a prevenir el deterioro, se considera normalmente como parte del Mantenimiento Preventivo.

En este programa se han desarrollado unas actividades de mantenimiento planificado intermedio y a largo plazo, realizadas por el comité T.P.M. : fijación de estándares de mantenimiento, preparación y ejecución de planes de mantenimiento, confección de registros de mantenimiento y realización de actividades programadas para el restablecimiento de las condiciones de los equipos.

### **6. 3. 1 Estandarización de las actividades de Mantenimiento**

Las actividades de mantenimiento deben estandarizarse por diferentes razones:

- Las diferentes actividades de mantenimiento, desde el mantenimiento e inspección de rutina hasta la mejora de las reparaciones y la mantenibilidad, no pueden realizarse eficazmente si se deja que las personas las realicen de cualquier manera.
- Se tarda mucho tiempo en dominar las técnicas de mantenimiento y tener la destreza necesaria. Por otro lado, cuando solamente los trabajadores experimentados saben aplicarlas, las peticiones que recibe el departamento de mantenimiento sobrepasan su capacidad y no se alcanzan las metas de mantenimiento propuestas.
- El trabajo de mantenimiento es generalmente menos eficiente que el trabajo de producción, porque esencialmente no es repetitivo y requiere una gran preparación y grandes márgenes de error. Depende en gran medida de la destreza individual y se realiza bajo condiciones difíciles. Los trabajadores individuales deben transportar el equipo y moverse frecuentemente por la fábrica.

Teniendo en cuenta estas razones, se decidió realizar la estandarización de todas las actividades de mantenimiento que sean implantadas en la sección Latonería de **Indufrial S.A.**

La estandarización trata cada uno de estos problemas y es necesaria para una realización consistente y eficiente de las actividades de mantenimiento. Por estas razones, es indispensable disponer de estándares y manuales comprensivos que incorporen las experiencias y tecnologías derivadas de la pasada experiencia de la compañía. Tales documentos permiten que un gran número de trabajadores, incluyendo los recientemente incorporados, realicen los trabajos que antes solamente los trabajadores experimentados podían llevar a cabo. Esta capacitación para adiestrar e implicar a un gran número de personas en el trabajo de mantenimiento es la clave del desarrollo de un programa de mantenimiento de alta calidad y eficiencia.

Con todo lo anterior se puede diseñar una estructura de datos que permita organizar, tabular y recopilar información, con el fin de manejar y controlar la gestión administrativa del mantenimiento.

Se necesitó estudiar formatos y programas de varias empresas como Tubos del Caribe S.A., rediseñar y lograr estructurar una serie de documentos con unos puntos claves que permitan un fácil acceso a esa información con posibilidades de variación.

Con esto se pretende facilitar el manejo y control de la información, agilizando y ordenando la inserción, modificación y consulta de esta, además de aumentar su integridad y confiabilidad, para que con ello la administración tenga una buena base para la toma de decisiones y su gestión sea óptima.

Un sistema óptimo se debe basar en un modelo flexible que permita cubrir las siguientes áreas:

- **Solicitudes de servicio y órdenes de trabajo.** Se refiere a la administración de los trabajos en el corto plazo, las solicitudes son elaboradas por los propios usuarios de producción u otras áreas incluyendo mantenimiento; para lo cual se manejan documentos o formas estándar que se efectúan para mantenimiento programado, mantenimiento correctivo y labores urgentes.
- **Mantenimiento sistemático.** Se refiere a las actividades y estrategias que se tomarán para prevenir las fallas. Maneja básicamente una lista de actividades, las cuales se han determinado después de un estudio concienzudo de los recursos físicos y de información como norma de los fabricantes, manuales de mantenimiento y experiencia, es decir después de analizar las principales operaciones a realizar en una máquina. Se efectúa un plan de trabajo con una o más tareas involucrando la mano de obra y los repuestos.
- **Registro del equipo.** Recopila toda la información sobre los recursos físicos de cada equipo que se tienen instalados en la planta, se tiene también la distribución física de ellos, sistemas, subsistemas, equipos o entidades, variables, conjuntos, relaciones, estado, ambiente, etc. Además de la información de las partes asociadas para su operación.

Estos tres bloques básicos de información manejan satisfactoriamente la información necesaria en un área de mantenimiento típica, sin embargo para la empresa **Indufrial S.A.** se observó la necesidad de otro soporte para el control total del sistema:

- **Almacén de repuestos.** Es un factor muy importante para las políticas de reducción de costo, es el control adecuado de los repuestos, materiales y accesorios de mantenimiento. Un manejo sin planeación incurre en sobrecostos por inventarios altos y sin rotación por paros largos de producción debido a la falta de recursos a tiempo.

**6. 3. 2 Solicitudes de servicio y ordenes de trabajo.** Anteriormente fué expuesta con suficiente claridad la importancia del manejo de la información en el área de mantenimiento; se busca un sistema sencillo y práctico que permita acumularse y consultarse de manera continua para evaluar las actividades, los trabajos especiales, las construcciones e instalaciones grandes se deben desglosar para clasificar las actividades en órdenes de trabajo.

Cada documento que se implemente debe tener un fin específico, ser muy claro y no muy elaborado pues una forma muy complicada es una pérdida de tiempo, al mismo tiempo una forma muy simple puede incurrir en falta de información.

Objetivos:

- Conocimiento y control de costos por áreas, equipos, oficios y componentes intervenidos en períodos de tiempo variables.
- Visualización de tendencias.

**6. 3. 2. 1 Manejo de las solicitudes de servicio y órdenes de trabajo.** Las Solicitudes de servicio y las Ordenes de trabajo son realizadas por los empleados de la empresa incluido mantenimiento, en este último caso son provenientes de las inspecciones o rondas realizadas por el personal y los programas sistemáticos; cada solicitud debe ser aprobada por un funcionario del área solicitante y/o de mantenimiento, la forma debe ser estándar y es más o menos general en las industrias.

Una orden de trabajo o solicitud de servicio de mantenimiento es la fuente de información para los registros históricos, es un documento que contiene información básica de tiempos, actividad, solicitantes, equipos, horas hombre, materiales y costos.

En las órdenes de trabajo y las solicitudes de servicio desarrolladas para la empresa **Indufrial S.A.** se maneja un solo formato en el cual se incluyen los dos

documentos, para poder permitir un mejor manejo, estimación y acumulación adecuada.

La implementación de las solicitudes de servicio y las órdenes de trabajo trae las siguientes ventajas:

- Se obtiene información acerca del trabajo requerido.
- Se consigue una lista de actividades pendientes en un registro de trabajo.

Se realizan planes de trabajo para conseguir materiales o repuestos.

- Se establecen prioridades de acuerdo con las necesidades de la planta.
- Se registran las horas hombre para cada trabajo por oficio.
- Se asegura la asignación de costos precisos.
- Se consignan datos para la historia de la planta.
- Se puede totalizar la actividad por ocupaciones u oficios.
- Se conoce la parte de la máquina intervenida.

El modelo de Orden de trabajo y Solicitud de servicio diseñada para la empresa **Indufrial S.A.** que inicialmente se está utilizando en la sección **Latonería** (sección piloto para la implementación del T.P.M.) se muestra en el cuadro 19.

Este documento reúne toda la información en cuanto a necesidades de servicio se refiere: las que pueden ser elaboradas por cualquier operario de la empresa al área de mantenimiento o por este. Sirve como base del control y la programación de las actividades de mantenimiento pues en ella se involucra, el **Cómo?**, **Cuándo?**, y **Con Qué?** se deben realizar dichos trabajos, como un medio efectivo

**Cuadro 19. Solicitud de servicio de mantenimiento**

<b>INDUFRIAL S.A.</b>				
<b>SOLICITUD DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO</b>				
	D____M____A____			
No Solicitud	Fecha	Sección	Máquina (Cod.)	Turno
REPARACIÓN ___ FABRICACIÓN ___ REVISIÓN ___	PRIORIDAD ___ URGENTE ___ NORMAL ___	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA : _____ _____ _____ _____		
_____ FIRMA JEFE DE SECCIÓN SOLICITANTE		_____ RECIBIDO Dpto. MANTENIMIENTO		
FECHA DE INICIO : D__ M__ A__ Hora : _____				

FECHA DE ENTREGA : D__ M__ A__ Hora : _____	Vo Bo JEFE DE SECCIÓN SOLICITANTE
PLAN DE TRABAJO	
CAUSA DEL PROBLEMA: _____	
_____	
_____	
SOLUCIÓN ENCONTRADA: _____	
_____	
_____	
OBSERVACIONES: _____	
_____	
_____	
_____	

para minimizar el número de papeles y poder condensar mayor información en una sola forma.

Su contenido es el siguiente:

- **Número de solicitud.** Es un número consecutivo de varios dígitos, en caso de presentarse una solicitud de urgencia, se realiza la actividad y posteriormente se regula la documentación respectiva.

Es el código de enlace del sistema entre los diferentes archivos para poder hacer referencias y consultas.

- **Secuencia.** Como su nombre lo indica, es un registro de la evolución del trabajo en la siguiente forma:

La fecha y la hora de la solicitud del servicio.

La fecha y la hora de la iniciación del servicio (por parte del personal de mantenimiento o quien intervenga el equipo).

La fecha y al hora de la finalización y entrega del trabajo(por parte del personal de mantenimiento o quien intervenga el equipo).

En consecuencia de lo anterior se determina el tiempo total en horas utilizado en el servicio. Tiempo de ejecución, en caso de que se produzca un paro en la producción se consigna en la casilla Tiempo de paro (no siempre son iguales).

- **Código equipo.** En esta casilla se coloca el número que se ha asignado previamente y lo identifica dentro de un grupo de la planta; este es vital para la identificación adecuada del equipo y evitar confusiones. En la sección de información de registro del equipo se ampliará el sistema de codificación utilizado para la sección de Latonería.
- **Urgencia o Prioridad.** En este punto se trata de determinar si es o no urgente la ejecución del servicio. Esta casilla es llenada por el operador del equipo o si este no puede decidir la prioridad de la intervención, lo llena el personal de mantenimiento.

- **Clasificación de las actividades.** Con el fin de poder saber cuál es la actividad que se debe realizar, se tienen:
  - Revisión (inspección).
  
  - Reparación.
  
  - Fabricación (manufactura).
  
- **Descripción del problema.** En este punto el usuario de la máquina realiza una breve explicación del defecto o mal funcionamiento que presenta el equipo y da a conocer el servicio solicitado.
  
- **Plan de trabajo.** Este punto de la solicitud de servicio se subdivide en tres puntos más que dan una información vital para la realización de la hoja de vida del equipo : causa del problema, solución encontrada, observaciones.
  - Causa del problema. El personal de mantenimiento se encarga de determinar la causa del problema y el tipo de trabajo que debe realizar el servicio, con el objetivo de llevar a cabo mejor y más pronto este. También se asigna el tiempo necesario para el desarrollo del trabajo, ya sea normal o extra que utilizar, con el fin de costear el valor de la mano de obra y además poder valorar el costo de un servicio en especial, para su posterior aprobación.

- Solución encontrada. Después de concluido el trabajo en el equipo, el personal de mantenimiento documenta la solución encontrada para el problema. Además en esta casilla se consigna un punto muy importante que es el repuesto o material utilizado en la reparación con el fin de saber el costo de los repuestos o materiales que se utilizaron en la realización de la labor, es decir permiten estimar y actualizar los datos respectivamente.

- Observaciones. Estas son anotaciones complementarias sobre el trabajo realizado o la causa del problema, que más adelante deban tenerse en cuenta para cualquier decisión que se tenga que tomar en la intervención del equipo.

- **Aprobación.** Como una forma de controlar el proceso de cada solicitud y su ejecución, se exige el visto bueno del superior del área solicitante, como también de la persona que lo solicita.

Aprobación del área de mantenimiento, como muestra de la aceptación de la validez técnica y económica, para la ejecución del servicio y el visto bueno del solicitante para indicar su satisfacción en cuanto al servicio prestado se refiere.

- **Sección.** Se coloca el nombre de la sección solicitante del servicio.

- **Turno.** Se coloca el turno en el cual se presentó la solicitud de servicio de mantenimiento (teniendo en cuenta que las troqueladoras trabajan las 24 horas).

Este documento facilita la captura de los datos pertinentes a las acciones de mantenimiento, bien sean programadas, sistemáticas o urgentes.

presenta limitaciones en cuanto al número de repuestos y oficios que intervienen, sin embargo este se transforma en una valiosa fuente de información para las posteriores intervenciones en los equipos.

- **Control y flujo de las solicitudes de servicio de mantenimiento.** La aprobación debe ser función del costo, tipo y nivel jerárquico de la solicitud.

Las limitaciones de autorización difieren de planta a planta, no existiendo parámetros universales para ello.

En la empresa **Indufrial S.A.**, las solicitudes de servicio de mantenimiento se están llevando por duplicado, el original lo aprueba el coordinador de mantenimiento y se devuelve una copia firmada al solicitante (latonería) que las archiva para su control interno, el original se entrega a los ejecutantes: supervisores y jefes de taller que a su vez después de anotarlas y discutir las con el coordinador, verifican la necesidad, materiales y herramientas y asignan el operario el cual ejecutará el trabajo; este la devuelve cuando haya ejecutado el

trabajo, al recibirla los supervisores anotan en el registro de mantenimiento el cumplimiento y la devuelven al coordinador para archivarlas o las archivan ellos mismos.

El flujograma (ver figura 6) explica el manejo de las solicitudes de servicio y órdenes de trabajo.

Las solicitudes de servicio que parten de las actividades de mantenimiento programado (rondas de mantenimiento e inspección) se deben expedir periódicamente por el personal de mantenimiento y el flujo de esta solicitud debe ser el mismo .

**- Control numérico de las órdenes de trabajo en proceso.** El volumen de órdenes de trabajo y solicitudes de servicio de mantenimiento procesadas en un año es muy grande, aún en las plantas más bien pequeñas. Por lo tanto, el éxito del sistema depende en gran medida, del control cuidadoso del estado de cada orden de trabajo desde el momento en que esta se origina y la recibe el jefe de mantenimiento, hasta el momento en que entra al archivo de órdenes terminadas tanto en mantenimiento como en la sección solicitante.

Se aplica un sistema de numeración o control numérico en el cual se usan dos conjuntos de números diferentes. Estos conjuntos de números son el número del

**SOLICITANTE**



Cada uno de estos números se enlista en uno o más registros, junto con la descripción del trabajo y la información acerca del estado del trabajo. Cada registro representa un centro de información para todas las órdenes de trabajo que hayan pasado a través de ese punto de control. Para una recuperación más sencilla de la información, las entradas deben estar en secuencia numérica. La secuencia real de las órdenes de trabajo y las solicitudes de servicio de mantenimiento de un solo solicitante será diferente de la secuencia en que la sección de planeación de mantenimiento recibe las órdenes de trabajo de los diferentes solicitantes.

**6. 3. 3 Registros de mantenimiento y programación.** Una programación debe ser preparada adecuadamente y los períodos de tiempo con que se realicen son diferentes en cada empresa, existiendo programas mensuales, quincenales, semanales, diarios.

Un registro de programación es un documento o medio para visualizar y verificar el desarrollo de las actividades, debe ser comprensible, sencillo y práctico, puede realizarse en tableros, carteleras o en formatos que maneja el supervisor y el programador y puede tener los siguientes datos preferiblemente:

- Período de tiempo.

-Número de la orden de trabajo.

-Centro de costos solicitante (sección solicitante).

-Código del equipo.

-Fecha de solicitud.

-Fecha de iniciación.

-Fecha de entrega (para consignar).

-Descripción de trabajo.

-Personal necesario.

-Tiempo estimado.

-Materiales.

-Observaciones.

Toda esta información se consigue de las mismas órdenes de trabajo o solicitudes de servicio de mantenimiento.

El tener información de las horas estimadas contra las horas reales permiten lograr informes de cumplimiento o también ayuda a mejorar los métodos de

pronóstico de la duración de los mismos, con esto los desfases se ven minimizados día a día. Las observaciones se refieren a alguna norma de seguridad especial o alguna precaución o herramienta fuera de lo normal.

De igual manera este documento es útil para conseguir la información de los trabajos cumplidos y además de los datos de los no programados, con él se puede visualizar el trabajo cada día e ir eliminando las órdenes cumplidas. De esta manera el registro de programación cumple dos funciones: facilita al jefe de taller el realizar su programación diaria y es útil para registrar el cumplimiento. Al final de cada período se puede lograr un listado general de cumplimiento que permite verificar lo siguiente:

- Actividades de cada sección solicitante.

Actividades de la sección de mantenimiento.

- Actividades a cada equipo.
- Tipo de intervención más común por tipo de equipo.
- Relación entre las actividades programadas y correctivas.
- Tipo de actividad más frecuente y personal que lo realiza.

- Relación entre las actividades estimadas y las ejecutadas.

Estos índices y resultados permiten establecer objetivos globales y parciales para el área de mantenimiento. Teniendo en cuenta toda esta información se desarrollo un formato para el control de órdenes de trabajo y registro de actividades para ser utilizado en el departamento de mantenimiento de la empresa **Indufrial S. A.** (ver cuadro 20).

**6. 3. 4 Información de los equipos.** Conocer cuantos recursos físicos de cada equipo se tienen, mejora las labores de planeación y el montaje del programa de mantenimiento sistemático, este conocimiento se refiere a los siguientes aspectos:

- Información técnica acerca de sus características funcionales, dimensionales, de fabricación e instalación.
- Tipo y cantidad de repuestos necesarios para su conservación.
- Tipo y cantidad de motores instalados a cada equipo.
- Clase y frecuencia de las actividades sistemáticas y preventivas a realizar a cada recurso físico.

- Hoja de vida: recuento cronológico y secuencial de las intervenciones realizadas a cada máquina y sistema.

La información que se decide recopilar se consigue con los siguientes documentos  
fuentes: Registro del equipo o ficha de máquina, Registro del motor y



la hoja de vida, esta es posible de obtener de la información de las solicitudes de servicio y órdenes de trabajo.

**Registro de los equipos.** En la empresa **Indufrial S.A.** el programa de mantenimiento ya incluía un amplio registro de equipos el cual es una ficha u hoja que tiene la información general del equipo donde este se describía completamente, la información general consignada en este tipo de registros es la siguiente:

-Nombre del equipo.

-Ubicación dentro de la planta y al sección a la que pertenece.

-Función.

-Sección a la que pertenece.

-Fabricante.

-Modelo.

-Número de serie.

-Fabricante.

-Fechas de instalación.

-Datos dimensionales.

-Datos de los motores.

-Datos de los repuestos.

-Datos del equipo auxiliar (actualizaciones).

Este registro de equipos está complementado con los catálogos y planos de los equipos dados por los fabricantes y proveedores, los cuales son una información valiosa para la programación de las actividades de mantenimiento.

Diversas plantas no utilizan una ficha de mantenimiento universal como la desarrollada por la empresa **Indufrial S.A.**, sino que para cada conjunto se diseña uno especial, por ejemplo: uno para bombas, otro para ventiladores etc. , debido a las condiciones diferentes de cada conjunto esto es factible pero si el volumen de información es apreciable, esto dificulta el manejo de los registros. Cada registro de equipo se debe ir actualizando dependiendo de las actualizaciones que se le realicen a las máquinas, por ejemplo, debido a la codificación de los equipos se debe incluir esta información en los nuevos registros.

**Hojas de vida.** Como se dijo anteriormente para tener una información completa de los equipos, uno de los registros necesarios que debe llevar la empresa es la Hoja de Vida de las máquinas. Conocida también como registro de mantenimiento es una recopilación histórica de los trabajos realizados en las máquinas. El formato desarrollado para las hojas de vida de las máquinas de la empresa **Indufrial S.A.** (ver figura 7) contiene la siguiente información.

La información que contienen básicamente es :

- Código del equipo.
  
- Nombre del equipo.
  
- Sección a la que pertenece.
  
- Fecha o período de tiempo en la que se realizó el trabajo.



- Número de solicitud de servicio.

- Descripción del trabajo.

- Repuestos utilizados (descripción).

- Tiempo empleado.

Se pueden observar que este tipo de formatos tiene una cierta similitud con los formatos de programación y registros de las órdenes de trabajo y las tareas programadas, con un adecuado manejo de la información esta hoja de vida se consigue consultando actividades realizadas a cada equipo; un buen manejo de estas permite calcular los trabajos por tipos de actividad, mantenimiento, y la cantidad de horas hombre.

#### **6. 4 SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS.**

Uno de los puntos importantes en la mejora del programa de mantenimiento planificado, actividad desarrollada en la implementación del Mantenimiento productivo Total, es la codificación de los equipos.

La codificación de los equipos es un problema propio de cada planta sin embargo existen unos principios universales para su diseño:

- Identificación rápida.
- Relación con otros sistemas de codificación.
- Corto y sencillo.

Uno de los aspectos de continua discusión es la conveniencia de la incorporación de alguna letra, caracter o número que indique la ubicación del equipo; el criterio es el mismo estilo de trabajo de la planta que garantiza la permanencia del equipo o la posible movilidad en función de su intercambiabilidad en los procesos . En la implementación de la codificación de los equipos de la empresa **Indufrial S.A.**, se basó en un sistema de codificación implantado en muchas empresas.

Este sistema se desarrolló con el fin de facilitar la recopilación de datos e información acerca de las labores de mantenimiento y las máquinas, localizar los puntos débiles y fijar objetivos. Con los anteriores criterios se divide la planta en sistemas, subsistemas, Equipos y componentes.

**6. 4. 1 Sistemas.** Son procesos en operación o zonas completamente definidas en la planta.

Código:

5 caracteres; 2 alfabéticos y 3 numéricos : **SIXXX**.

Estos números están relacionados con números del área o zona de proceso con que se han conocido habitualmente.

**SI 100            FORMADO DE LÁMINAS.**

**SI 200            PREPARACIÓN SUPERFICIES.**

**SI 300            RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES.**

**SI 400            SERVICIOS DE PLANTA.**

**6. 4. 2 Subsistemas.** Son procesos de operación dentro del sistema: torres de destilación, centros de maquinado, hornos, etc.

Código:

5 caracteres; 2 alfabéticos y 3 numéricos:    **SSXXX**

El primer número indica el sistema al que pertenece y los dos siguientes son ordinales que se presentan secuencialmente en función del sentido del proceso:

**SS4XX** subsistemas pertenecientes al sistema SI400.

**SS401 BOMBEO DE ACPM.**

**SS402 ENFRIAMIENTO AGUA**

**SS403 AGUA CALIENTE**

**SS404 AIRE COMPRIMIDO**

**SS405 RED CONTRA INCENDIOS**

**SS406 PLANTA TRATAMIENTO**

**SS407 VAPOR**

**SS408 TALLER INDUSTRIAL**

**SS409 PLANTA EMERGENCIA**

**SS410 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA**

La figura 8 ilustra el sistema y su aplicación.

**6. 4. 3 Equipo.** Se considera como equipo a todo aquel dispositivo que hace parte del proceso: Bomba, quemador, etc.

Su código es de 5 caracteres numéricos que se interpretan así:

El primer dígito indica la clase de la máquina, el segundo dígito indica el tipo dentro de la clase y los tres dígitos restantes indican el ordinal o secuencia de los equipos.

**OXXXX BOMBAS**

**01XXX BOMBAS CENTRIFUGAS**

**02XXX BOMBAS NEUMÁTICAS**

**03XXX BOMBAS DE VACÍO**

**04XXX BOMBAS DOSIFICADORAS**

**1XXXX VENTILADORES**

**10XXX VENTILADORES CENTRÍFUGOS**

**11XXX VENTILADORES AXIALES**

<b>2XXXX</b>	<b>EQUIPOS DE SOLDADURA</b>
<b>20XXX</b>	<b>EQUIPOS DE SOLDADURA POR RESISTENCIA</b>
<b>21XXX</b>	<b>EQUIPOS DE SOLDADURA POR DESCARGA CAPACITIVA</b>
<b>22XXX</b>	<b>EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA POR ARCO</b>
<b>23XXX</b>	<b>EQUIPOS DE SOLDADURAS DE COSTURA</b>
<b>3XXXX</b>	<b>EQUIPO DE TRANSPORTE</b>
<b>30XXX</b>	<b>MONTACARGAS</b>
<b>31XXX</b>	<b>ESTIBADORAS</b>
<b>32XXX</b>	<b>TRACTORES</b>
<b>33XXX</b>	<b>VEHÍCULOS</b>
<b>4XXXX</b>	<b>EQUIPOS DE MOVIMIENTOS DE MATERIALES</b>

En la figura 8 se puede apreciar globalmente el sistema como complemento de la figura 9 .

La utilidad del sistema está referida también a los equipos que no pertenecen a subsistema alguno en particular, sino que es compartido por varios; en este caso se asigna el sistema. Es importante mencionar que el ordinal puede ser secuencial según la posición en el proceso.

**6. 4. 4 Componente.** Es una parte que tiene entidad propia y que posee elementos que lo componen, sin embargo su razón de ser es su aporte al equipo o al sistema, pues individualmente no constituyen un equipo; entre ellos están los reductores de velocidad, transformadores, cilindros neumáticos e hidráulicos, válvulas especiales, motores, etc.

Debido a las características de los equipos que componen la sección de latonería, esta fue la codificación más utilizada para las partes que hacen parte de las máquinas dobladoras, cortadoras y troqueladoras, ya que estas funcionan con una gran cantidad de cilindros neumáticos e hidráulicos, además de los motores, válvulas etc.

Código: **C-XXX** Un carácter y tres números.

Cuando quiere consignarse un componente, sus datos se aplican en una ficha de máquina y su sistema es simplemente el equipo o el sistema al que pertenece.

De esta manera se configura un árbol relacionado entre todas las entidades de la planta, permitiendo acoplar valores como costos, horas hombre, paros, motores, etc.

La señalización física sobre los equipos debe conservarse periódicamente; para garantizar su permanencia, bien sea reponiendo las establecidas por placas, pintura, adhesivos o cualquier método de fácil visualización y que tenga además una gran duración.

Para la sección de Latonería la clasificación es la siguiente:

**SISTEMA SI100 Formado de láminas**

Este sistema se divide en tres subsistemas que son:

**CORTADO SS101 Cortado de láminas**

**TROQUELADO SS102 Punzonado y estampado de láminas**

**DOBLADO SS103 Doblado de láminas**

Cada subsistema esta compuesto por un determinado número de equipos:

Al subsistema de Cortado le corresponden:

**CORTADORA GRIEBEL 71001 Cortadora Hidráulica**

**CORTADORA GUIFIL 71002 Cortadora Hidráulica**

Al subsistema de troquelado le corresponden:

**TROQUELADORA GOITI FAGOR 20001 Troqueladora neumática**

**TROQUELADORA GOITI NISHIMBO 21001 Troqueladora hidráulica**

**21002 Troqueladora hidráulica**

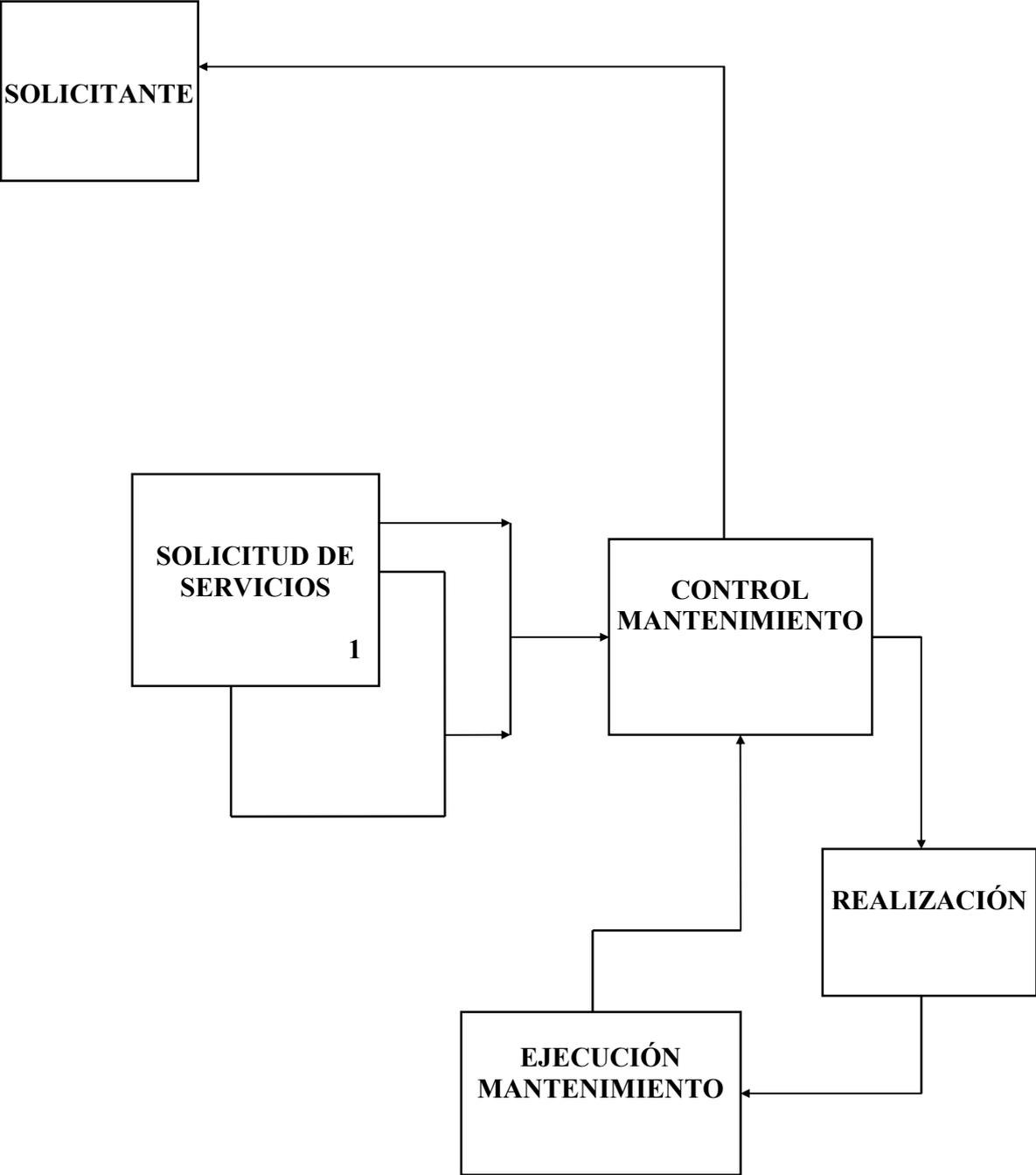
Al subsistema de doblado le corresponden:

**DOBLADORA MEBUSA 31001 Dobladora hidráulica**

**31002 Dobladora hidráulica**

**31003 Dobladora hidráulica**

**31004 Dobladora hidráulica**



## 7. MEJORAS ENFOCADAS

### 7.1 SECCIÓN DE LATONERÍA

En esta sección, como dijimos anteriormente, es donde empieza el proceso de producción de los aparatos refrigeradores de **INDUFRIAL S. A.** Aquí se cortan, se troquelan y se doblan todas las láminas y piezas que componen el producto final.

Esta sección está compuesta por 9 máquinas distribuidas así: Dos máquinas Cortadoras (Hidráulicas), tres máquinas Troqueladoras (Hidráulicas y neumática) y cuatro máquinas dobladoras (Hidráulicas).

Las láminas llegan a la empresa en forma de rollos (Aceros Cold Rolled y Galvanizado) de diferentes calibres; estos son pesados en el almacén y posteriormente suministrados a la sección para empezar su etapa de transformación.

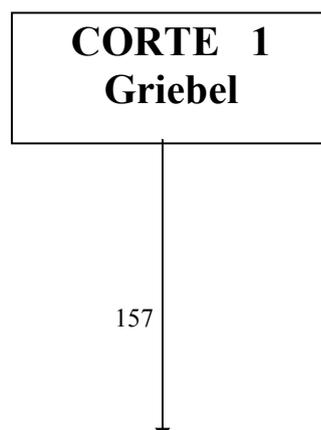
Máquina Cortadora **GRIEBEL**: Esta máquina corta la lámina a lo largo, dependiendo de la longitud requerida, a medida que el material se va desenrollando. Esto es llamado corte 1.

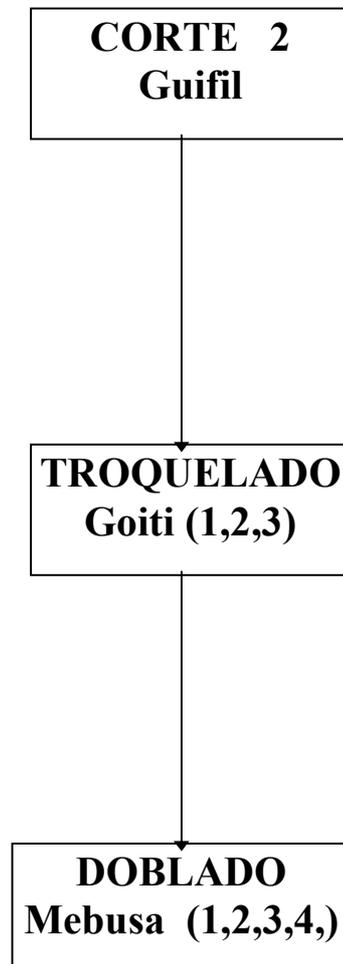
Máquina Cortadora **GUIFIL**: Este es el corte 2. Como su nombre lo indica es el corte que se le realiza a las láminas que vienen del corte 1 para dar el ancho y largo necesario para cada formato.

Máquinas Troqueladoras **GOITI**: Existen dos clases de Máquinas Troqueladoras, dos **GOITI NISHIMBO** (Hidráulicas) y una **GOITI FAGOR** (Neumática e hidráulica). Estas máquinas troquelan y punzonan las láminas provenientes de las cortadoras Griebel y Guifil.

Dobladoras **MEBUSA**: Existen cuatro Dobladoras **MEBUSA**, dos grandes y dos pequeñas, dependiendo del tamaño de la lámina o pieza que se desee doblar. En estas máquinas las láminas adquieren los diferentes ángulos de doblez necesarios para su ensamblaje.

A continuación se muestra el flujograma del proceso de Producción realizado en la sección de Latonería (Ver Figura 10).





**Figura 10. Flujograma del proceso en la sección de Latonería**

## **7. 2 MEDICIÓN DE TIEMPOS MUERTOS**

Los tiempos muertos fueron tomados de los controles de Producción llevados por cada operario de la sección, en los cuales se plasma la información referente a las paradas no programadas, la cantidad de piezas realizadas por turno y las clases de las mismas en cada máquina.

La información fué recolectada durante un período de cuatro meses (Enero, Febrero, Marzo y Abril de 1999) para su posterior análisis. Esta información permitió determinar las principales causas por las cuales los equipos presentan paradas y tiempos muertos.(Ver cuadros del 22 al 33).

Teniendo en cuenta que el cuello de botella en esta sección se presentaba con las máquinas troqueladoras y dobladoras, se decidió hacer el estudio de tiempos muertos y eliminación de causas críticas en estos dos tipos de máquinas ya que los tiempos de paradas de las cortadoras estaban dentro de lo aceptable y no presentaban ningún problema para la entrega del producto a las troqueladoras.

Para facilitar la lectura, se han codificado las máquinas de la siguiente forma: GOITI NISHIMBO número 1, GOITI NISHIMBO número 2, GOITI FAGOR número 3.

**Cuadro 22. Causas de paradas Enero de 1999 , GOITI 1**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Cambio de herramientas	175	47.04
Arreglo maquina por mantenimiento	140	37.63
Subiendo y bajando material	45	12.09
Falta de aire	12	3.22
TOTALES	372	100

**Cuadro 23. Causa de paradas Enero de 1999, GOITI 2**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Falta de aire	153	21.76
Cambio de herramientas	119	16.92
Buscando programas	115	16.35
Programas borrados	104	14.79
Alarmas ( Blocaje, Fija posición, Limite )	100	14.22
Falta de luz	43	6.11
Disquete y planos equivocados	35	4.98
Buscando material	34	4.83
TOTALES	703	100

**Cuadro 24. Causa de paradas Enero de 1999, GOITI 3**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Falta de aire	255	39.29
Arreglo de portamatriz	120	18.48
Arreglo recta 90 x 5	75	11.55
Cambio de herramientas	70	10.78
Arreglo de programa por diseño	60	9.24
Mantenimiento	50	7.70
Falta de luz	29	4.46
TOTALES	649	100

**Cuadro 25. Causa de paradas Febrero de 1999, GOITI 1**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Falta de aire	1207	50.43
Mantenimiento	400	16.71
Cambio de herramientas	276	11.53
Subiendo y bajando material	264	11.03
Alarmas (FG, Reguladores )	48	2
Corrigiendo fallas en material	70	2.9
Limpieza y engrase	35	1.46
Midiendo lote	35	1.46
Problemas con herramientas	33	1.38
Reunión	25	1.04
TOTALES	2393	100

**Cuadro 26. Causa de paradas Febrero de 1999, GOITI 2**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Falta de aire	1522	61.44
Cambio de herramientas	343	13.84
Mantenimiento	150	6.05
Afilando herramientas	105	4.24
Alarma Blocaje	105	4.24
Subiendo y bajando material	100	4.03
Corrigiendo programa	60	2.42
Corrigiendo material	45	1.81
Reunión	25	1

Falta de luz	22	0.88
TOTALES	2477	100

**Cuadro 27. Causa de paradas Febrero de 1999, GOITI 3**

Mantenimiento	150	6.61
Bajando y subiendo material	374	16.49
Problema mecánico	100	4.41
Cambio de herramientas	40	1.76
Alarma reguladora	43	1.9
Reunión	32	1.41
Engrase	30	1.32
Cambio en compresor de aire	30	1.32
Buscando programas	25	1.1
TOTALES	2267	100

**Cuadro 28. Causa de paradas Marzo de 1999, GOITI 1**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Cambio de herramientas	335	41
Falta de aire	166	20.31
Esperando herramientas	105	12.85
Grabar programas	70	8.56
Reunión	50	6.11
Afilando herramientas	23	2.81
Cuadre de mangueras	20	2.44
Pruebas	20	2.44

Arreglo de garras	10	1.22
Falta de luz	18	2.2
TOTALES	817	100

**Cuadro 29. Causa de paradas Marzo de 1999, GOITI 2**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Mantenimiento	270	33.12
Falta de luz y aire	218	26.74
Arreglo de garra	95	11.65
Arreglo de programa	65	7.97
Alarmas	50	6.13
Cambio de herramientas	60	7.36
Probando computadora	34	4.17
Bajando y subiendo material	10	1.22
Midiendo piezas	13	1.59
TOTALES	815	100

**Cuadro 30. Causa de paradas Marzo de 1999, GOITI 3**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Cambio de herramientas	208	23.97
Arreglo de programas	195	23.41
Herramientas ocupadas	175	21
Falta de aire	80	9.6
Alarma Blocaje	35	4.2
Esperando planos	30	3.6
Problemas con herramientas	30	3.6
Bajando y subiendo material	75	9
Falta de luz	15	1.8
Arreglando cuadro	10	1.2
TOTALES	833	100

**Cuadro 31. Causa de paradas Abril de 1999, GOITI 1**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Mantenimiento	765	47.81
Arreglando material	200	12.5
Cambio de herramientas	128	8
Falta de luz	104	6.5
Programa	75	4.68
Arreglando garra	60	3.75
Montando material	55	3.43
Falta de aire	30	1.87
TOTALES	1600	100

**Cuadro 32. Causa de paradas Abril de 1999, GOITI 2**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Alarma y descuadre de torreta	700	46.67
Descuadre de autoindex	230	15.33
Falta de luz	169	11.27
Falta de aire	96	6.4
Lubricación	73	4.86
Programa errado (ô no se encuentra )	61	4.06
Subiendo y bajando material	61	4.06
Esperando herramientas	52	3.47
Cambio de herramientas	30	2
Falta de iluminación en maquina	15	1
Preparación	10	0.66
TOTALES	1500	100

**Cuadro 33. Causa de paradas Abril de 1999, GOITI 3**

PROBLEMA	TIEMPO (MIN)	%
Mantenimiento	495	45
Bajando y subiendo material	90	8.18
Alarma	85	7.72
Falta de luz	70	6.36
Conectando nueva línea al	70	6.36
Falta de aire	50	4.54
Cuadrando autoindex	45	4.09
Cambio de herramientas	15	1.36
Preparando máquina	15	1.36
Midiendo piezas	7	0.63
TOTALES	1100	100

### **7. 3 CARACTERÍSTICAS DE LOS TIEMPOS MUERTOS Y PARADAS MENORES**

Hay ciertas características de los tiempos muertos y paradas menores que hacen difícil atenderlas sistemáticamente.

**7. 3. 1 Fáciles de restablecer.** Es fácil reiniciar las actividades después de tiempos muertos y paradas menores, por lo que se dedica poco tiempo a su eliminación. Es típico que el personal de producción y mantenimiento no considere los tiempos muertos y paradas menores como problemas, por lo que simplemente se toleran.

**7. 3. 2 Las condiciones de las incidencias varían considerablemente.** El tiempo muerto y las paradas menores pueden tener lugar con algunos productos y piezas y con otros no, o con todos los productos y piezas pero bajo ciertas condiciones. Pueden ocurrir solamente ciertos días o solamente con ciertas máquinas. Estas condiciones variables hacen inevitablemente más fácil que sean ignoradas.

**7. 3. 3 La localización cambia constantemente.** Los tiempos muertos y las pequeñas paradas rara vez ocurren en el mismo punto de la máquina. A menudo tienen lugar en un área y seguidamente hay incidencias separadas en diferentes áreas, haciendo difícil captar cual es la verdadera naturaleza; el problema puede ser crónico o también puede ocurrir problemas esporádicos junto con crónicos.

En el primer caso, los tiempos muertos y las paradas menores se concentran en cierta parte de la máquina. Diferentes acciones reducen su incidencia; después surgen en otro punto. El resultado es que no hay mejora en conjunto. La concentración de las incidencias de un punto en particular centra la atención exclusivamente en aquellas partes mientras el problema real se encuentra en otra parte de la máquina. Puesto que es invisible, la causa oculta pasa desapercibida.

En el segundo caso ocurre una parada esporádica e inesperada con una parada crónica. La parada esporádica puede ser causada por una pieza dañada o una plantilla incorrectamente instalada; pero sea cual sea la causa el problema esporádico es un fenómeno diferente al problema crónico y se presenta diferente.

por lo tanto es importante observar rápidamente la diferencia y tomar medidas correctivas.

#### **7. 4 PROBLEMAS COMUNES**

Es típico que los tiempos muertos debidos a paradas menores y tiempos muertos, no se midan, no se traten, ni se observen de forma adecuada.

Aunque sea fácil corregir una pérdida menor cada vez que se produce, resultan sorprendentemente altas las pérdidas en la producción como consecuencia de incidencias frecuentes y paradas que no han sido cubiertas rápidamente. Sin embargo, puesto que las pérdidas no se han observado ni medido. No se reconoce el problema. Por lo tanto el primer paso para resolver el problema de los tiempos muertos y paradas menores es medir las pérdidas que causan.

Es típico que los operadores y el personal de mantenimiento presenten na atención superficial a los tiempos muertos y paradas menores, aplicando medidas provisionales y remedios que solamente cubren parte del problema.

Observar lo que en realidad ocurre cuando hay tiempos muertos y paradas es una clave importante para su resolución. Sin embargo es difícil estar en el lugar justo en el tiempo justo y puede ser demasiado corto el fenómeno para poder observarlo con claridad.

## **7. 5 ESTRATEGIAS PARA REDUCIR TIEMPOS MUERTOS Y PARADAS MENORES**

Existen ciertas estrategias que pueden ser utilizadas para la reducción de los tiempos muertos y paradas menores después de el estudios de causas críticas de paradas.

El enfoque típico en el problema de los equipos puede ser el principal obstáculo para la mejora. No podemos descubrir las raíces de los problemas crónicos y encontrar nuevas soluciones hasta que seamos capaces de observar los detalles que nunca antes habíamos observado y considerar soluciones innovativas. Se utiliza la siguiente estrategia para cambiar la forma de pensar de los grupos sobre los problemas de los equipos:

- Reconocer la existencia de problemas y la posibilidad de su localización, en otras palabras que hay lugar para mejoras.
- Descubrir los problemas ocultos comparando las cosas como son y como debieran ser.
- Investigar cualquier cosa fuera de lo normal, cualquier cosa que pudiera ser un factor potencial de riesgo.

Si corregimos los pequeños defectos que minimizan de lote a lote y de día a día la variación en la ubicación ó frecuencia de los tiempos muertos y paradas menores. En otras palabras:

- Se reducen las causas de los tiempos muertos y paradas menores.
- Se revela la diferencia de la incidencia de los tiempos muertos y paradas menores antes y después de la rectificación de los pequeños defectos.
- Se descubren los defectos ocultos.

## **7. 6 ASEGURAR QUE SE MANTENGAN LAS CONDICIONES BÁSICAS DEL EQUIPO**

Los tiempos muertos y las paradas menores se ocasionan a menudo por la falta de mantenimiento de las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, sujeción de tornillos), de modo que hay que asegurar que los estándares se observen escrupulosamente. Si el equipo está sucio porque nadie se ha molestado en limpiarlo, y si no se corrige el juego y la holgura, las paradas son inevitables. Es vital que los trabajadores mantengan las condiciones básicas del equipo.

las frecuencias de los tiempos muertos y paradas menores está a menudo afectada por la forma en que se ha preparado el equipo o realizado los ajustes. El mismo operador puede obtener resultados diferentes en días diferentes dependiendo de como realizó la preparación del equipo (cambio de útiles).

Hay que asegurar que la preparación, los ajustes y otras operaciones se realicen correctamente. Aunque se hayan aprendido las operaciones básicas, conviene verificar periódicamente que todo funcione de forma correcta. Puede necesitarse una revisión concienzuda de los procedimientos para evitar los problemas que se ocasionan cuando las operaciones básicas no se llevan a cabo correctamente o no se realizan.

## **7.7 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS**

Como se mencionó anteriormente, de las observaciones realizadas al proceso en la sección de Latonería, determinamos que el cuello de botella se presenta en el troquelado y el doblado de las láminas, ya que los cortes uno y dos en las máquinas Griebel y Guifil (ver figuras 18 y 19) cumplen con las exigencias del proceso.

A continuación se muestran los equipos que conforman la sección con sus respectivas tasas de rendimiento, disponibilidad y calidad. (ver figuras de la 11 a la 17 y ver cuadros del 34 al 37). La información recolectada para las cuatro máquinas Mebusa fué tomada de manera global, ya que se encontraba de esta forma en los controles de producción.





**Cuadro 34. Eficacia global del equipo**

MESES	A Tiempo disponible para operar el equipo (hrs)	B Tiempo muerto planificado (hrs)	C = A - B Tiempo de carga (hrs)	D Tiempo de paradas no programadas (hrs)	E= (C-D) / C Disponibilidad (%)	F Output por tiempo de ciclo (Lam/min)	G=F/(C-D) Rendimiento (%)	H Productos aceptables (Kg)	I Cantidad total (Kg)	J=H/I Calidad (%)	K=E*G*J Eficacia global
Enero	429	19.17	409.83	6.2	98.49	12204.175	50.4	100191.68	100721.68	99.47	49.37
Febrero	498	17.33	480.67	39.88	91.7	16700.33	63.15	106899.34	107363.29	99.56	57.65
Marzo	561	19.2	542	13.62	97.49	24149.24	76.17	146318.6	146737.1	99.61	74.04
Abril	484	18	466	26.7	94.27	16217.57	61.52	162495.38	162662.11	99.9	57.94



**Cuadro 35. Eficacia global del equipo**

<b>MESES</b>	<b>A Tiempo disponible para operar el equipo (hrs)</b>	<b>B Tiempo muerto planificado (hrs)</b>	<b>C = A - B Tiempo de carga (hrs)</b>	<b>D Tiempo de paradas no programadas (hrs)</b>	<b>E= (C-D) / C Disponibilidad (%)</b>	<b>F Output por tiempo de ciclo (Lam/min)</b>	<b>G=F/(C-D) Rendimiento (%)</b>	<b>H Productos aceptables (Kg)</b>	<b>I Cantidad total (Kg)</b>	<b>J=H/I Calidad (%)</b>	<b>K=E*G*J Eficacia global</b>
Enero	429	19.17	409.83	11.72	97.14	16866.36	70.61	100191.68	100721.68	99.47	68.22
Febrero	498	17.33	480.67	41.28	91.41	22917.13	86.92	106899.34	107363.29	99.56	79.1
Marzo	561	19	542	13.58	97.49	22000	69.39	146318.6	146737.1	99.71	67.47
Abril	484	18	466	26.7	94.63	26658	98.85	162495.38	162662.11	99.9	93.54



**Cuadro 36. Eficacia global del equipo**

<b>MESES</b>	<b>A Tiempo disponible para operar el equipo (hrs)</b>	<b>B Tiempo muerto planificado (hrs)</b>	<b>C = A - B Tiempo de carga (hrs)</b>	<b>D Tiempo de paradas no programadas (hrs)</b>	<b>E= (C-D) / C Disponibilidad (%)</b>	<b>F Output por tiempo de ciclo (Lam/min)</b>	<b>G=F/(C-D) Rendimiento (%)</b>	<b>H Productos aceptables (Kg)</b>	<b>I Cantidad total (Kg)</b>	<b>J=H/I Calidad (%)</b>	<b>K=E*G*J Eficacia global</b>
Enero	429	19.17	409.83	10.82	97.36	13296.14	55.54	100191.68	100721.68	99.47	53.78
Febrero	498	17.33	480.67	37.78	92.14	21650.99	81.47	106899.34	107363.29	99.56	74.73
Marzo	561	19	542	13.88	97.44	18027.03	56.89	146318.6	146737.1	99.71	55.27
Abril	484	18	466	18.33	96.06	22390.77	83.36	162495.38	162662.11	99.9	80.0

**Cuadro 37. Eficacia global del equipo**

<b>MESES</b>	<b>A Tiempo disponible para operar el equipo (hrs)</b>	<b>B Tiempo muerto planificado (hrs)</b>	<b>C = A - B Tiempo de carga (hrs)</b>	<b>D Tiempo de paradas no programadas (hrs)</b>	<b>E= (C-D) / C Disponibilidad (%)</b>	<b>F Output por tiempo de ciclo (Lam/min)</b>	<b>G=F/(C-D) Rendimiento (%)</b>	<b>H Productos aceptables (Kg)</b>	<b>I Cantidad total (Kg)</b>	<b>J=H/I Calidad (%)</b>	<b>K=E*G*J Eficacia global</b>
Enero	398	50.3	347.7	40.32	88.4	201.28	55.54	100191.68	100721.68	99.47	53.78
Febrero	367	49.7	317.3	37.79	88.1	203.51	72.81	106899.34	107363.29	99.56	63.86
Marzo	360	53.33	306.67	31.13	89.84	200.28	72.68	146318.6	146737.1	99.71	65.11
Abril	360	53.33	306.67	59.1	80.72	199.11	80.43	162495.38	162662.11	99.9	64.85

Si se calcula la eficacia global de la sección de Latonería en el mismo número de meses, podemos observar que dicha eficacia es variable y no se ve que pueda mejorar con el paso del tiempo si no se toman medidas correctivas en los procesos de la sección.

## **7. 8 MEJORAS DE LAS CAUSAS CRÍTICAS DE TIEMPOS MUERTOS**

**7. 8. 1 Cambio de herramientas.** Como se observa en los resultados tabulados de las causas de tiempos muertos, nos damos cuenta que las principales causas de tiempos muertos (paradas) son: el cambio de herramientas hecho por los operarios y la falta de aire en las máquinas troqueladoras.

Para disminuir los tiempos de Cambio de herramientas se estandarizó el proceso, el cual explica los pasos que se deben seguir para realizar el herramientaje en el menor tiempo. (ver figura 20). La razón de la estandarización de los pasos para el herramientaje fue el que los operadores no siguen un procedimiento preestablecido el cual le hace repetir la misma actividad varias veces o gastar tiempo en actividades innecesarias.

Una de las actividades innecesarias que cometen los operadores, es sacar todas las herramientas teniendo que volver a colocarlas para la nueva operación. Para evitar esto se realizó un cuadro (ver figura 21) en el cual los operadores colocan el tipo de herramienta que están utilizando, en la posición en la cual esta se encuentra, colocando las características inherentes a la herramienta.



**Cuadro 34. Eficacia global del equipo**

<b>A</b> Tiempo disponible para operar el equipo (hrs)	<b>B</b> Tiempo muerto planificado (hrs)	<b>C = A - B</b> Tiempo de carga (hrs)	<b>D</b> Tiempo de paradas no programadas (hrs)	<b>E= (C-D) / C</b> Disponibilidad (%)	<b>F</b> Output por tiempo de ciclo (Lam/min)	<b>G=F/(C-D)</b> Rendimiento (%)	<b>H</b> Productos aceptables (Kg)	<b>I</b> Cantidad total (Kg)

**Cuadro 34. Eficacia global del equipo**

MESES	A Tiempo disponible para operar el equipo (hrs)	B Tiempo muerto planificado (hrs)	C = A - B Tiempo de carga (hrs)	D Tiempo de paradas no programadas (hrs)	E= (C-D) / C Disponibilidad (%)	F Output por tiempo de ciclo (Lam/min)	G=F/(C-D) Rendimiento (%)	H Product aceptab (Kg)
Enero								
Febrero								
Marzo								
Abril								

**Cuadro 34. Eficacia global del equipo**

MESES	A Tiempo disponible para operar	B Tiempo muerto planificado	C = A - B Tiempo de carga (hrs)	D Tiempo de paradas no programadas	E= (C-D) / C Disponibilidad (%)	F Output por tiempo de ciclo	G=F/(C-D) Rendimiento (%)	H Product aceptab
-------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------	----------------------

	el equipo (hrs)	(hrs)		(hrs)		(Lam/min)		(Kg)
Enero								
Febrero								
Marzo								
Abril								

**Cuadro 34. Eficacia global del equipo**

MESES	A Tiempo disponible para operar el equipo (hrs)	B Tiempo muerto planificado (hrs)	C = A - B Tiempo de carga (hrs)	D Tiempo de paradas no programadas (hrs)	E= (C-D) / C Disponibili- dad (%)	F Output por tiempo de ciclo (Lam/min)	G=F/(C-D) Rendimiento (%)	H Product aceptab (Kg)
Enero								
Febrero								
Marzo								
Abril								

**Cuadro 34. Eficacia global del equipo**

<b>MESES</b>	<b>A</b> <b>Tiempo disponible para operar el equipo (hrs)</b>	<b>B</b> <b>Tiempo muerto planificado (hrs)</b>	<b>C = A - B</b> <b>Tiempo de carga (hrs)</b>	<b>D</b> <b>Tiempo de paradas no programadas (hrs)</b>	<b>E= (C-D) / C</b> <b>Disponibilidad (%)</b>	<b>F</b> <b>Output por tiempo de ciclo (Lam/min)</b>	<b>G=F/(C-D)</b> <b>Rendimiento (%)</b>	<b>H</b> <b>Product aceptab (Kg)</b>
Enero								
Febrero								
Marzo								
Abril								

## **8. MANTENIMIENTO DE CALIDAD**

### **8.1 ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD**

La administración de la calidad es la disciplina que se encarga de la organización, coordinación, planificación, ejecución y control de todas las actividades que permiten el cumplimiento de las políticas de calidad. Estas se basan en el cumplimiento de los requerimientos y necesidades del cliente o usuario.

Tal y como es evidente de la anterior definición esta labor es compleja y requiere de recursos humanos, materiales y económicos sobre todo de motivación y conciencia basada en un amplio conocimiento de lo que es un sistema de control de calidad.

De acuerdo con lo planteado el control de la calidad de un producto o un servicio es una tarea que atañe a todos los niveles jerárquicos de la organización. Bajo este esquema, la organización y administración de las actividades requeridas para cumplir con el objetivo básico de satisfacer al cliente es un reto que se torna complejo y que exige entre otras cosas:

- Coordinación entre los distintos departamentos de la empresa, en busca de metas comunes.

- Motivación y estímulo al personal para que adquiera conciencia de calidad y que por lo tanto coopere ejecutando sus actividades cada día mejor. Esto debe conllevar a un **mejoramiento continuo**.
- Búsqueda de resultados tangibles, los cuales se han de obtener respetando las líneas de autoridad y evitando al máximo las fricciones entre los grupos de trabajo.
- Definición clara y concisa de funciones, responsabilidades y procedimientos de trabajo con el fin de lograr los objetivos, y evitar la duplicación de funciones y ambigüedad en las órdenes.

## **8. 2 ORGANIZACIÓN DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD**

El éxito de los programas de calidad en las empresas depende de la forma en que las diferentes actividades son organizadas. Lógicamente, esto refleja la manera en que la función calidad se concibe en el marco de la estructura jerárquica de la empresa.

En cuanto a control de calidad, una buena cantidad de las empresas continúan creyendo en la concepción errónea de basar sus esfuerzos únicamente en inspección del producto, con lo que el campo de acción se encuentra totalmente limitado. Por ello, se encargan las funciones de calidad a departamentos de producción cuya motivación se centra en cumplir con los requisitos de cantidad sin

preocuparse por la calidad, con lo que, la tarea de control se limita a simples inspecciones correctivas de proceso y materias primas.

En otras empresas se tiende a dar autonomía a la función calidad, lo que pareciera la mejor opción cuando los altos niveles jerárquicos han fijado políticas claras y eficaces.

**8. 2. 1 Supervisión organizada.** En este caso no existe una organización clara de la función calidad y lo poco que se realiza recae sobre el supervisor de la línea y los operarios respectivos. Para que esta forma funcione con éxito, el nivel de motivación y conciencia hacia la calidad en los niveles operativos debe ser muy alto.

**8. 2. 2 Inspección organizada.** En este caso se tiene un grupo de inspectores cuya función es verificar la calidad de los productos suministrados por las líneas de producción y dar recomendaciones sobre medidas correctivas y preventivas. La decisión final es del encargado de producción. En esta forma de organización los resultados dependen del grado de conciencia y motivación que tenga el supervisor de producción, de lo contrario la inspección es infructuosa.

El funcionamiento adecuado se da a través de una amplia coordinación y comunicación entre supervisores e inspectores. Esta forma tiene varios niveles que van desde nivel simple de inspección final del producto hasta el nivel de

inspección por etapas, en los puntos críticos de calidad en las líneas de producción.

**8. 2. 3 Función calidad formando parte del Departamento de Producción.** En realidad, este es el primer caso en el que se da una verdadera organización para la calidad; sin embargo, su desempeño será fructífero si existe comunicación, coordinación y conciencia entre las funciones de producción y calidad. A pesar de lo anterior, este modelo de organización no es lo adecuado, pues el personal de producción cumplirá con el papel de “juez y parte” en cuanto a calidad de lo producido se refiere.

En estas situaciones, el objetivo de cumplir con la cantidad de producción planeada se impone sobre la calidad de lo producido. una forma de resolver esto, es convertir el control de producción en una tarea cuyo objetivo sea la entrega de la cantidad, en el lugar y en el tiempo pactado y con la calidad requerida. Las posibilidades de crecimiento y expansión de actividades para la función calidad son absolutamente limitadas.

**8. 2. 4 Función de calidad autónoma.** La autonomía para el desempeño de las actividades brinda a este tipo de organización grandes posibilidades de éxito. Esta organización puede funcionar en varios niveles que van desde una inspección de proceso y materia prima organizada hasta el enfoque de calidad total, donde un gerente de calidad asume la función de coordinador y promotor de

las tareas de control de calidad. Si se trabaja bajo el esquema de inspección del proceso, se debe tener una amplia coordinación con la Gerencia de Producción para tener éxito en la consecución de los objetivos de calidad.

**8. 2. 5 Autocontrol.** Esta es la forma de organización en donde el control de calidad recae sobre el operario. Bajo este concepto, el operario se convierte en inspector de su propio trabajo, planificando sus actividades de tal manera que la probabilidad de producir fuera de especificaciones sea la más baja posible.

También existen modelos de organización novedosos aplicados por culturas orientales, en especial la japonesa, los cuales están basados en una amplia capacitación, motivación y conciencia de los mandos operativos con el fin de que se conviertan en inspectores de su propio trabajo. Este concepto se basa en la filosofía de que **el trabajo de una persona es el reflejo de su calidad humana**. Además, existe una amplia cooperación de los niveles gerenciales para brindar los recursos necesarios para que cada empleado cumpla con sus funciones.

### **8. 3 FUNCIONES DEL DIRECTOR DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**

El director de aseguramiento de la calidad, independientemente del tipo de organización de calidad a que pertenezca, debe ejecutar una serie de actividades clásicas. Algunas de las más importantes son:

- Establecer controles en las diferentes etapas de fabricación. Es de absoluta importancia asegurar la calidad de las partes y productos desde la primera operación de producción. nada se logra detectando fallas cuando el producto ya ha sido terminado.
- Implantar métodos de control correctivo y preventivo en la inspección de la entrada de materiales y materias primas, en los puestos de trabajo, en la inspección de producto en proceso y en la inspección de producto terminado.
- Identificar las características críticas de calidad y clasificarlas de acuerdo con la gravedad en el incumplimiento de especificaciones.
- Especificar los niveles de calidad y los métodos de muestreo para el control y aceptación de materias primas y producto terminado.
- Cooperar con el departamento de producción en el establecimiento de normas de calidad.
- Desarrollar las instrucciones y manuales de inspección de calidad.
- Desarrollar planes de evaluación de la calidad de proveedores.
- Desarrollar formatos para la recolección y análisis de información.

- Efectuar estudios especiales tales como certificación, auditorias y análisis de capacidad de proceso.
- Investigar a fondo los problemas de calidad cuando se presenten.
- Coordinar el establecimiento de mecanismos que permitan la recolección y análisis de quejas y devoluciones.
- Efectuar estudios económicos que permitan conocer los costos de calidad.
- Coordinar con producción la mejora de todas aquellas áreas en las líneas que sean causantes de problemas de calidad.
- Promocionar la capacitación permanente del personal a su cargo y del personal de producción.
- Proporcionar información a mantenimiento con el fin de que ellos desarrollen adecuados programas de mantenimiento y lubricación.

Estas actividades son necesarias para tener un programa que se acerque a un control de calidad total. La ejecución exitosa de estas acciones dependen de la motivación que exista para hacer el trabajo cada día mejor.

#### **8. 4 PREVENCIÓN DE PRODUCTO FUERA DE ESPECIFICACIONES**

La cantidad de producto que no cumpla con lo especificado puede ser controlada mediante métodos que se dediquen a atacar las causas. Para ello, se deben investigar las fuentes y establecer medios de control que garanticen la reducción y si es posible la eliminación de defectos o productos no acordes con las especificaciones. En este estudio se pueden determinar varias fuentes, entre las principales se encuentran:

- Errores de diseño. Es posible que no se tengan en cuenta limitaciones de fabricación, las cuales salen a reducir al producir.
  
- Materiales inapropiados. Falta de comunicación interna adecuada y externa con proveedores puede coaccionar la compra de materiales que no llenan las expectativas de fabricación.
  
- Fallas de producción
  - a. Falta de entrenamiento
  
  - b. Mantenimiento inefectivo

c. Condiciones ambientales desfavorables (temperatura, humedad, ventilación, etc.)

d. Problemas de organización de la producción cuando no se le ha puesto especial importancia al establecimiento de métodos adecuados para:

- Distribución de planta
- Métodos de trabajo

Inventario en proceso.

- Control de producción
- Manejo de materiales

Para tener éxito en esta tarea de prevención es importante aplicar un procedimiento tal y como se anota a continuación:

Es importante que en el diagnóstico participen personas que tengan un amplio conocimiento de los procesos y productos, pues solo así tendrán amplia participación en la búsqueda de posibilidades de solución. La colaboración de personas ajenas a la empresa es de gran valía, pues ellos pueden observar

situaciones anormales, difíciles de ser observadas por el personal de planta, pues están acostumbrados a vivir con ellas.

La ejecución de actividades para la prevención de problemas son de gran importancia pues:

- Aportan teorías sobre las causas asignables de los problemas encontrados.
- Permiten hallar problemas generados por una problemática anterior.
- Permiten investigar a cerca de la cooperación que ofrecen las personas involucradas en la fabricación del producto.
- Ayudan a conocer el ambiente de trabajo y las fuentes de resistencia al cambio.
- Ayudan a establecer la autoridad necesaria para ejecutar los medios de control.
- Favorecen la investigación de causas que provocan los problemas graves de calidad.
- Permiten integrar a personas en el estudio de la problemática de calidad del producto.

## **8.5 COORDINACIÓN Y CONTROL**

Es imprescindible tener una adecuada coordinación de actividades entre todos los departamentos de la empresa, con el fin de cumplir las políticas de calidad, planteadas a nivel gerencial. Estas políticas son lineamientos claros y concisos que reflejan las intenciones y compromisos de la alta dirección, para enfrentar el reto de entregar un producto acorde con lo requerido por el cliente.

Para tener una idea como tiene que ser la coordinación se puede comparar la función de calidad con la función financiera. Para lograr éxito en la función financiera uno de los instrumentos más útiles se llama presupuesto. A través del presupuesto se coordina con el departamento la ejecución de actividades, buscando un adecuado balance entre egresos e ingresos usando un control centralizado.

la función calidad debe operar en forma similar aplicando instrumentos llamados programas y ejecutando auditorías que investiguen si las actividades y los procedimientos se están llevando a cabo de acuerdo con lo planteado. Además, se cuantifican los beneficios con el fin de compararlos con los costos y sacar conclusiones acerca de la rentabilidad de la inversión.

El éxito de esta coordinación está en la motivación y conciencia hacia la calidad que tengan todos los departamentos de la empresa.

- **Producción** para la fabricación del producto que reúna los requisitos del diseño.

- **Ingeniería** para el desarrollo de productos que se acerquen a los requerimientos del cliente.
- **Ventas** para la promoción de productos e investigación del grado en que el producto cumple con lo requerido por el cliente.
- **Compras** para la adquisición de materias primas que reúnan los requisitos de fabricación.
- **Personal** para seleccionar el personal idóneo y generar eficientes programas de capacitación y entrenamiento
- **Mantenimiento** para establecer planes eficientes de mantenimiento preventivo y correctivo que minimicen fallas en las máquinas.
- **Distribución y servicio** para no provocar daños al producto en el transporte del mismo y para brindar un servicio eficiente y en el momento requerido al cliente que detecte fallas de calidad en el producto.

Como se puede ver cada función de la empresa tiene que poner un granito de arena en el logro del objetivo de la calidad. Para lograr ello, se debe establecer un

sistema de información que permita una amplia comunicación entre los diversos componentes de la organización.

Este sistema de información debe permitir que datos actualizados de diseño del producto, control de proceso, control de materiales y materias primas y control de producto terminado vayan por los canales adecuados y lleguen a las instancias que necesitan de información veraz para la toma de decisiones.

## **8. 6 INGENIERÍA DE CALIDAD**

La ingeniería de calidad es la disciplina que se encarga de investigar los medios que permiten la disminución y si es posible la eliminación de la variabilidad de los procesos. Este estudio se hace antes de iniciar la producción y tiene como objetivo investigar todas aquellas causas que provocan que una determinada característica de calidad se comporte con amplias tolerancias.

Para ejecutar este tipo de investigación se necesita un ordenamiento de las actividades de diseño del producto de tal manera que se pueda hacer uso de las herramientas estadísticas y de laboratorio para efectuar las pruebas que sean necesarias.

La base estadística de este tipo de estudios es el diseño de experimentos que a través de diferentes formas de pruebas permiten identificar y controlar las causas de posibles problemas de calidad en las etapas de diseño del producto.

En la actualidad, la tendencia es hacia construir calidad en la etapa de diseño del producto, evaluando las diferentes modalidades en que las características de calidad pueden actuar.

**8. 6. 1 Características de calidad.** El control de proceso de un producto se ejecuta sobre la base de características de calidad que se generan en las diferentes etapas de fabricación. Una característica de calidad es una variable o un atributo generada en una operación de producción y que debe cumplir con los requisitos fijados. Si la característica es una variable significa que es medible (por ejemplo: longitud, temperatura, humedad, etc.). Si esta es un atributo significa que no es medible (por ejemplo: color, sabor, apariencia y textura).

En el control de variable, se ejecutan una serie de mediciones con un instrumento adecuadamente seleccionado. La magnitud obtenida refleja la condición del proceso y permite obtener conclusiones para poder realizar acciones correctivas, preventivas y proyectivas que evitarán futuros problemas.

En el control por atributo se recolecta información acerca de la cantidad de piezas defectuosas así como de los defectos encontrados. En esta acción se toma nota de posibles causas y se toman decisiones para decrementar tanto la cantidad de defectuosos como la cantidad y variedad de defectos. También pueden usarse para el control de producto que no siendo defectuoso no cumple con lo especificado.

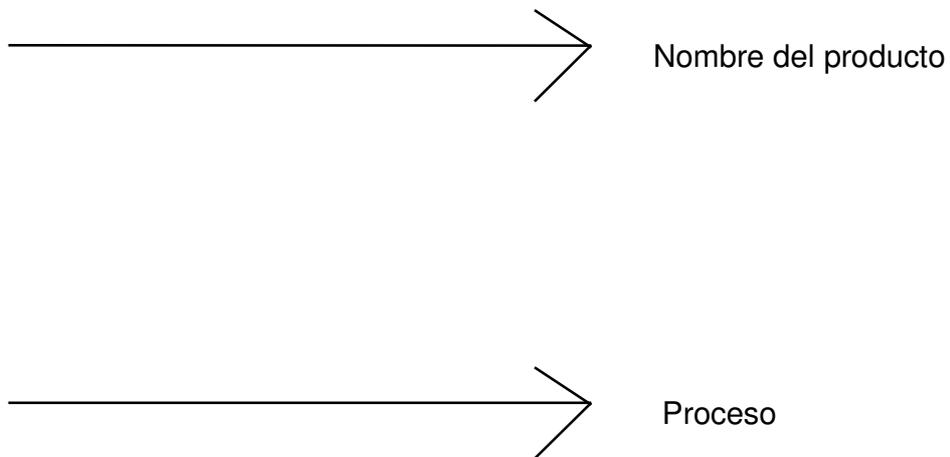
Tal y como se puede abstraer de la definición de característica de calidad, un producto tiene una gran variedad y cantidad de características. Ante ello es necesario ejecutar una clasificación con el fin de determinar aquellas más importantes y relevantes. para ejecutar esta clasificación se hace uso de tres tipos de diagramas, **diagrama de *ishikawa*, el diagrama de *Pareto* y el diagrama de causa-efecto**. La clasificación consiste en recolectar todas las características y ponerlas en el diagrama de *ishikawa*, luego clasificarlos de acuerdo con su frecuencia e importancia en el diagrama de *Pareto* y luego encontrar las causas y efectos ocasionadas por la falta de las características seleccionadas, usando diagramas causa-efecto.

**8. 6. 1. 1 Diagrama de *Ishikawa*.** Este diagrama también conocido como diagrama de espina de pescado, es un medio de recolectar la información sobre todas las características de calidad generadas en la fabricación del producto.

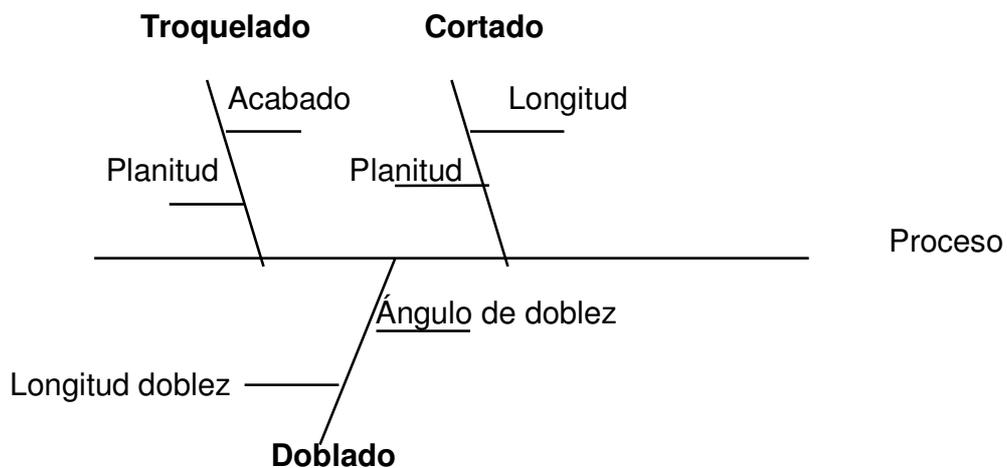
Existen tres tipos de diagramas de *Ishikawa*, el diagrama para el proceso en el que se colocan todas las operaciones de proceso en las ramas, el diagrama para el producto en el que se colocan las partes del producto en las ramas, y el diagrama general en el que se anotan las características directamente en las ramas, de acuerdo con su ocurrencia. En el diagrama para producto, además de las partes, es recomendable, anotar en las ramas el nombre del producto final pues existen características que se observan solo en él.

El procedimiento para construir este tipo de diagramas es el siguiente:

- Elegir el proceso o producto que se va a estudiar.
- Colocar la palabra proceso o el nombre del producto (para diagrama producto y diagrama general) en el extremo derecho de una flecha horizontal, tal y como lo muestra la figura 22
- Hacer una lista de todas las características de calidad que se generan, esta lista se efectúa para cada parte del producto, cada etapa del proceso o en forma general. En esto, se tiene en cuenta al operario y a inspectores experimentados con el fin de no dejar por fuera aquellas características que tengan una periodicidad muy irregular o muy espaciada y que por lo tanto puede que no se detecten en el período de observación.
- Ordenar información en forma secuencial, de acuerdo con las partes que componen al producto o las etapas que conforman el proceso.
- Dibujar las flechas diagonales (ramas principales) sobre las que se representarán las partes del proceso, las partes del producto o las características de calidad (ver figura 23).



**Figura 22. Formas de la flecha horizontal**



**Figura 23. Diagrama *Ishikawa* para los procesos de Latonería.**

- Dibujar las subramas si existen variaciones para la característica de calidad anotada.
- Verificar que todas las características han sido anotadas.

En la sección de latonería de la empresa Indufrial S.A. existen actualmente tres procesos y sus características de calidad están representadas en la siguiente figura (ver tabla 1).

**Tabla 1. Procesos y características de calidad en al sección latonería**

CORTADO	DOBLADO	TROQUELADO
<p>Longitud</p> <p>Planitud</p>	<p>Ángulo de doblez</p> <p>Longitud de doblez</p>	<p>Acabado</p> <p>Planitud</p>

**8. 6. 1. 2 Diagrama de Pareto.** El diagrama de Pareto permite clasificar las características de calidad de acuerdo con su frecuencia de ocurrencia y su importancia. Esta acción permite centrar la atención solamente sobre aquellas características que sean importantes y no triviales. Este diagrama se usa también en clasificación de inventarios y es comúnmente conocido como clasificación ABC.

En al aplicación de esta técnica se hace uso de la siguiente categorización de características:

- **Característica crítica (A).** Es aquella falla que puede provocar la pérdida de vidas de personas, el daño a la propiedad privada o hace que el producto no cumpla con el fin para el cual fue creado.
- **Característica principal o mayor (B).** Es aquella que hace que el producto deje de cumplir con la función intentada si cae fuera de los límites prescritos.
- **Característica menor (C).** Es aquella que hace que el producto tenga fallas de poca importancia si cae fuera de los límites prescritos.
- **Característica incidental o irrelevante (D).** Es aquella falla que no provoca problemas importantes y en muchos casos pasa desapercibida a los ojos del usuario. El cliente raras veces se queja por este tipo de falla.

La clasificación de características obedece a unas políticas de eliminación del problema. La regla más usada es la del 80% y consiste en buscar cuales características provocan el 80% de los problemas de calidad. La regla es la siguiente:

De 0% a 80%	Se denominan características críticas
De más de 80% a 95%	Se denominan características mayores
De más de 95% a 98%	Se denominan características menores
De más de 98% a 100%	Se denominan características incidentales

El procedimiento de selección de características de calidad usando el diagrama de Pareto es el siguiente:

- Listar todas las características de calidad presentadas en el diagrama de *Ishikawa*. (columna 1).
- Tomar una muestra de producto terminado de tamaño previamente calculado y tomar nota de la frecuencia de falla de cada una de las características de calidad listadas en el paso anterior. (Columna 2)
- Otorgar un peso ( $w$ ) a cada característica después de un análisis de criticidad y ubicarla dentro de una de las cuatro características citadas. Puede usarse una escala de peso, como la siguiente: 100, 50, 25, 1 según sea la característica crítica, principal, menor o incidental. (columna 3)
- Multiplicar la frecuencia anotada en 2 ( $n_i$ ) por el correspondiente peso asignado en 3. ( $w_i$ ). (columna 4)
- Sumar la columna 4 y obtener el total correspondiente.
- Calcular el porcentaje de cada característica dividiendo el valor de la columna 4 por el total obtenido en el paso 5. (columna 5)

- Anotar en un segundo cuadro el listado de características de calidad ordenadas de mayor a menor con base en el porcentaje calculado en el paso 6 el cual se anota en la columna 5. (columnas 6 y 7)
- Calcular el porcentaje acumulado, acumulando el porcentaje de la columna 7. (columna 8)
- Efectuar el corte al 80% y asignar a cada característica en el intervalo de 0 a 80%, su correspondiente clasificación identificada por una letra. (columna 9)
- Construir el eje X con escala indiferente pero de igual ancho para cada característica de calidad y el eje Y con una escala de 0 a 100 que representa el porcentaje.
- Dibujar el rectángulo correspondiente a cada característica de la altura que indique la columna 2 .
- Dibujar el acumulado de la columna 3.
- Localizar en el eje Y los valores 80%, 95% y 98% y observar en el eje X las características que se denotaran como críticas, mayores, menores e incidentales. Para hacer esto se localiza el valor y se traza una línea horizontal

hasta intersecar la línea de porcentaje acumulado, luego se traza una línea vertical de la intersección al eje X. las características encerradas por el cuadro formado son las que corresponden a la categoría en estudio.

- Obtener las conclusiones de la clasificación .

**8. 6. 1. 3 Diagrama causa efecto.** Para cada una de las características prioritarias seleccionadas por el paretograma se construye un diagrama causa efecto, donde como el nombre lo indica, el objetivo es buscar las causas que provocan y los efectos provocados por la falla de esa característica.

**Tabla 2. Características seleccionadas por el paretograma**

No	Nombre
----	--------

2	Planitud (cortadoras) de las láminas
6	Acabado de las láminas
1	Longitud de las láminas
5	Longitud del dobléz de las láminas
3	Planitud de las láminas
4	Ángulo de dobléz de las láminas

Este diagrama es un importante arma para la búsqueda y eliminación de causas de variación y constituye una forma ordenada de recolectar información acerca de las fallas que afectan la calidad del producto.

Este diagrama puede ser construido de dos formas. La primera consiste en colocar un número determinado de ramas para las causas y otro número de ramas para los efectos. La otra forma consiste en anotar las causas y los efectos directamente en cada rama. La segunda tiene la desventaja de que no identifica al agente causante o afectado con la falla de la característica de calidad. En ambos casos se actúa con control preventivo con el fin de proyectar todas las actividades que prevengan todas las fallas de calidad.

El procedimiento de construcción de este diagrama es el siguiente:

- Colocar la característica en estudio en un cuadro centrado.
- Anotar a la izquierda las causas y a la derecha los efectos.
- Identificar cada rama con un factor de calidad. Los nombres de los factores de calidad se anotan en el encabezado de las ramas.
- Anotar en cada rama las causas y los efectos según sean originados o afectados por cada factor de calidad.
- Corroborar que se haya anotado toda la información.

## **8. 7 REDUCCION DE DEFECTOS DE CALIDAD**

Cuando a pesar de diferentes medidas de mejora y control, un sistema de producción genera con regularidad productos total o parcialmente defectuosos, se utiliza el término “defectos crónicos de calidad” para estas piezas.

Los productos irreparablemente defectuosos son pérdidas obvias; menos obvias son las pérdidas generadas por productos parcialmente defectuosos que requieren una inversión adicional en mano de obra para repetición de trabajos o reparaciones. Debido a que pueden ser reparados, a menudo no se consideran los defectos parciales como defectos, y para que la reducción de defectos tenga éxito, es necesario examinar con igual atención cualquier resultado defectuoso.

**8. 7. 1 Características generales de los defectos crónicos de calidad.** Para tener éxito a la hora de reducir los defectos crónicos, es preciso aprender a reconocerlos y evitar trampas comunes.

Rara vez, incluso mediante los esfuerzos más decididos, se pueden localizar las causas de los defectos crónicos de calidad. En su desesperación, el área de calidad adopta medidas de ensayo y error sin conocer las causas, pero esto a menudo no surte efecto. Eventualmente, los miembros de los equipos simplemente abandonan, y los problemas quedan sin resolver.

Debido a que es típico enfocar un problema teniendo como meta la identificación de su causa, es posible que saquemos conclusiones incorrectas o que minimicemos las causas con demasiada rapidez. A continuación, desarrollamos remedios para las pocas causas identificadas. Desafortunadamente, los defectos crónicos de calidad se producen a menudo por una combinación cambiante de causas. Es preciso estudiar cualquier factor sospechoso, porque la posibilidad de progreso es mínima si solamente nos centramos en unos pocos.

**8. 7. 2 Estrategias para reducir los problemas crónicos.** La resolución de estos problemas requiere un enfoque esencialmente conservador que comprende las siguientes estrategias:

- Restauración por medio del mantenimiento o control de las condiciones actuales.
- Metas fijadas para los estándares actuales.

- Responsabilidad por parte tanto de los operadores como de los directores.

**8. 7. 2. 1 Estabilizar los factores causales.** Para reducir los problemas crónicos debemos en primer lugar estabilizar todos los factores variables, identificar las diferencias significativas entre condiciones normales y anormales.

Factores causales son todos los factores concebibles que puedan afectar a los resultados (por ejemplo, los defectos), incluyendo aquellos que se ha demostrado por lógica que producen el fenómeno. Las causas son aquellos factores causales que se ha demostrado o deducido que produce el fenómeno, directa o indirectamente.

Estabilizar algo es prevenir que cambie; estabilizar los factores causales significa evitar que cambien.

Aunque los factores causales puedan parecer estables en fábricas y talleres, el trabajo se realiza en realidad bajo condiciones extremadamente inestables, en un entorno de factores causales variables.

Para reducir los problemas crónicos, estas variables deben ser estabilizadas una por una. Una operación puede funcionar de forma diferente de un día para otro, dependiendo de los operadores que la realizan. Varían considerablemente los métodos de ajuste y juicio, las escalas que utilizan, y los errores que cometen cuando tratan las anomalías de calidad.

Esta variabilidad está causada por la falta de estandarización en el lugar de trabajo o los fallos de seguimiento de los estándares fijados. En tales circunstancias, los directores pueden ser inconscientes o negligentes; es posible que los operadores no aprecien el significado de ciertos aspectos de su trabajo, o que asuman que sus métodos son correctos.

**8. 7. 2. 2 Estudios comparativos.** Para reducir los defectos de calidad, las condiciones normales (no defectos) deben compararse con las condiciones anormales (defectos) para poder identificar las diferencias significativas.

Una vez los estudios comparativos hayan identificado la ubicación, naturaleza y causas de las diferencias significativas, es necesario analizarlas. Para esto se pueden emplear varios métodos:

- **Comparar productos (resultados).** Comparar los productos defectuosos y no defectuosos en relación con formas, dimensiones y funciones. Investigar la variación de los defectos sobre el tiempo.

- **Comparar los procesos.** Comparar útiles y herramientas que fabrican productos defectuosos con los equipos que fabrican buenos productos para identificar cualquier diferencia en la forma, dimensión, etc.

- **Comparar los efectos del cambio de piezas.** Cuando se trata de productos ensamblados, estudiar efectos de intercambiar las piezas que puedan tener

relación con los defectos. Así mismo, cambiar piezas de máquinas y herramientas para determinar cualquier diferencia.

**Cuadro 4. Elementos de la efectividad global del equipo**

<b>Elementos</b>	<b>Nivel 1</b>	<b>Nivel 2</b>	<b>Nivel 3</b>	<b>Nivel 4</b>
1. Pérdidas de paradas	1. Combinación de averías crónicas y esporádicas 2. BM = PM 3. Pérdidas por averías significativas 4.No organizado mantenimiento autónomo 5.Vidas útiles inestables. 6. No se reconocen las debilidades del equipo.	1. Averías esporádicas 2. BM = PM 3. Pérdidas por averías aún significativas. 4. Se está organizando el mantenimiento autónomo. 5. Se estiman las vidas útiles de piezas. 6. Bien conocidas las debilidades del equipo.	1.Establecido mantenimiento basado en tiempo. 2.PM. 3.Pérdidas de averías inferiores al 1% 4. Actividades de mantenimiento autónomo bien establecido. 5. Aumenta la vida útil de las piezas.	1. Establecido mantenimiento basado en condiciones. 2. PM 3. pérdidas por averías entre 1% y 0 4. Actividades de mantenimiento autónomo refinadas 5. Se predice la vida útil de las piezas
2. Pérdidas de reparaciones y ajustes	1.No control, se deja hacer a los operadores. 2.Procedimientos de trabajo desorganizados. El tiempo de preparación y ajuste varia ampliamente	1.procedimientos de trabajos organizados. 2.Tiempos inestables de preparación y ajuste 3.Identificados problemas a mejorar	1.Transferencias de operaciones internas de preparación a operaciones en tiempo externo 2.mecanismos de ajuste identificados	1.Tiempos de cambios de útiles inferior a 10 minutos 2.Cambios de útiles inmediatos por la eliminación de ajustes
3. Pérdidas de velocidad	1.No bien entendidas las especificaciones del equipo 2.No hay estándares de velocidad	1.Analizados problemas relacionados con pérdidas de velocidad 2.Fijados y mantenidos estándares de velocidad por productos 3.Las velocidades varían ligeramente	1.Se están implantando las mejoras necesarias 2.la velocidad se fija según producto 3.Pequeñas pérdidas de velocidad	1.La velocidad de operación aumentada hasta velocidad de diseño 2.Los estándares de velocidad se fijan y mantienen por producto 3.Pérdidas cero de velocidad
4.Pérdidas de paradas menores y tiempos muertos	1.No reconocidas las pérdidas por paradas menores 2.Condiciones operativas inestables	1.Analizadas cuantitativamente las pérdidas de paradas menores 2.Pérdidas categorizadas y mecanismo causante analizado	1.Analizadas todas las causas de paradas menores, todas las soluciones implantadas	1.Cero paradas menores.
5. Pérdidas de defectos calidad y trabajos rehechos	1.No se tratan los problemas de los defectos crónicos de calidad. 2.Se han adoptado mu-	1.Cuantificado los problemas de calidad crónicos 2.Pérdidas categorizadas y mecanismos causantes	1.Analizadas todas las causas de defectos crónicos de calidad 2.En estudio la detección	1.Pérdidas de calidad = 0.1% a 0

	chas acciones de remedio con éxito	explicados	automática de defectos en el propio proceso	
--	------------------------------------	------------	---	--

