

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA ISO 9001
VERSIÓN 2000 PARA LA EMPRESA SUPERPOLO S.A.**

**ILDEMAR ARIAS PARRA
GERMÁN ALFREDO COLORADO RAMÍREZ
EFRAÍN ALFONSO PACHECO LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2005**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA ISO 9001
VERSIÓN 2000 PARA LA EMPRESA SUPERPOLO S.A.**

**ILDEMAR ARIAS PARRA
GERMÁN ALFREDO COLORADO RAMÍREZ
EFRAÍN ALFONSO PACHECO LÓPEZ**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director: VÍCTOR ELBERTO RUIZ
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2005

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1. SUPERPOLO | 2 |
| 1.1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA | 2 |
| 1.1.1 Localización | 2 |
| 1.1.2 Reseña Histórica | 2 |
| 1.1.3 Actividad de la Empresa | 3 |
| 1.1.4 Productos | 3 |
| 1.1.5 Organigrama | 7 |
| 1.1.6 Visión | 7 |
| 1.1.7 Misión | 7 |
| 1.1.8 Política de calidad | 7 |
| 1.1.9 Proceso productivo | 9 |
| 1.1.10 Descripción del proceso productivo | 10 |
| 1.1.11 Equipos existentes | 12 |
| 1.2 ALCANCE | 12 |
| 1.3 OBJETIVOS | 25 |
| 1.3.1 Objetivo General | 25 |
| 1.3.2 Objetivo Especifico | 24 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN | 24 |
| 2. NORMA ISO 9000 VERSIÓN 2000 EN EL MANTENIMIENTO | 25 |
| 2.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO | 25 |
| 2.1.1 Recursos de la empresa | 25 |
| 2.1.2 Actividades generales | 25 |
| 2.1.3 Términos de equipos y herramientas | 26 |
| 2.1.4 Términos administrativos | 26 |
| 2.1.5 Definición de mantenimiento | 27 |
| 2.1.6 Filosofía del mantenimiento | 27 |
| 2.1.7 Objetivos de mantenimiento | 27 |
| 2.1.8 Actividades de mantenimiento | 29 |
| 2.1.9 Clases de mantenimiento | 30 |
| 2.1.10 Control de mantenimiento | 35 |
| 2.1.11 Tribología y lubricantes | 38 |
| 2.1.12 Análisis de equipos críticos por el método de los factores ponderados | 40 |
| 2.2. NORMA ISO 9000 VERSION 2000 | 43 |
| 2.2.1 Estructura de la familia de normas ISO 9000:2000 | 43 |
| 2.2.2 Sistema de gestión de la calidad ISO 9000 | 43 |
| 2.2.3 Tipos de documentos utilizados en un sistema de gestión | 44 |

| | |
|---|-----|
| de calidad | |
| 2.2.4 Norma ISO 9000:2000 | 44 |
| 2.2.5 Vocabulario | 45 |
| 2.2.6 Norma ISO 9001:2000 | 46 |
| 2.2.7 Norma ISO 9004:2000 | 49 |
| 2.2.8 Ciclo PHVA | 49 |
| 2.2.9 Documentación en un sistema de gestión de calidad | 50 |
| 3. PROPUESTA O PLANTEAMIENTO DEL MODELO | 52 |
| 3.1 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL | 52 |
| 3.2 REQUISITOS DE LA ISO 9001 VERSIÒN 2000 PARA MANTENIMIENTO | 53 |
| 3.2.1 Mapa de procesos | 53 |
| 3.2.2 Interacción entre procesos | 53 |
| 3.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO | 53 |
| 3.3.1 Procedimiento de mantenimiento P22 | 56 |
| 3.3.2 Instructivos de mantenimiento | 59 |
| 3.3.3 Manual de solución de problemas | 59 |
| 3.3.4 Sistema de información de mantenimiento | 60 |
| 3.4 SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS | 83 |
| 3.4.1 Rótulo de identificación | 85 |
| 3.4.2 Capacitación al personal | 85 |
| 4. SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE | 86 |
| 4.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL PRESENTE EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE SUPERPOLO S.A. | 86 |
| 4.1.1 Seguridad en equipos e instalaciones | 86 |
| 4.1.2 Seguridad en el trabajo | 87 |
| 4.1.3 Actividades de seguridad industrial a considerar | 89 |
| 4.2. MEDIO AMBIENTE | 90 |
| 4.2.1 Control de emisiones de partículas | 91 |
| 4.2.2 Ruido | 91 |
| 4.2.3 Residuos sólidos | 91 |
| 4.2.4 Residuos líquidos | 92 |
| 5. ESTUDIO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO | 93 |
| 5.1 ESTUDIO ECONÓMICO | 93 |
| 5.1.1 Inversión | 93 |
| 5.1.2 Costos de mantenimiento | 93 |
| 5.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA | 95 |
| 5.2.1 Valor presente neto (VPN) | 97 |
| 5.2.2 Tasa interna de retorno (TIR) | 97 |
| 5.2.3 Evaluación económica del proyecto | 96 |
| 5.3 CÁLCULO DE VPN, RELACIÓN B/C, TIR | 99 |
| 6. CONCLUSIONES | 100 |
| BIBLIOGRAFÍA | 103 |
| ANEXOS | 104 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pag. |
|--|------|
| Figura 1. Planta Bogota | 2 |
| Figura 2. Características modelo listo | 3 |
| Figura 3. Características modelo mini temple | 4 |
| Figura 4. Características modelo temple | 4 |
| Figura 5. Características modelo señor | 5 |
| Figura 6. Características modelo andare class | 5 |
| Figura 7. Características modelo vial | 6 |
| Figura 8. Características modelo gran vial articulado | 6 |
| Figura 9. Estructura organizacional | 8 |
| Figura 10. Planta de ensamble | 9 |
| Figura 11. Planta fabricación de componentes | 9 |
| Figura 12. Pieza fabricada en la planta de fabricación de fibras | 10 |
| Figura 13. Actividades de mantenimiento | 29 |
| Figura 14. Tipos de mantenimiento | 30 |
| Figura 15. Controles de mantenimiento | 35 |
| Figura 16. Estructura familia de normas ISO 9000:2000 | 43 |
| Figura 17. Secuencia ciclo PHVA | 50 |
| Figura 18. Pirámide documental | 51 |
| Figura 19. Mapa de Proceso SUPERPOLO S.A. | 54 |

| | Pag. |
|--|------|
| Figura 20. Caracterización del proceso de mantenimiento de SUPERPOLO S.A. | 55 |
| Figura 21. Actividades del departamento de mantenimiento | 56 |
| Figura 22. Diagrama de flujo coordinación de los trabajos de mantenimiento | 57 |
| Figura 23. Tarjeta maestra de equipos (R0102) | 62 |
| Figura 24. Control de actividades realizadas (R0103) | 63 |
| Figura 25. Inspecciones mantenimiento preventivo (R0105) | 64 |
| Figura 26. Mantenimiento recomendado por el fabricante (R0106) | 65 |
| Figura 27. Mantenimiento preventivo ajuste, limpieza y lubricación (R0107) | 66 |
| Figura 28. Mantenimiento preventivo instalaciones (R0108) | 67 |
| Figura 29. Listado maestro de equipos y herramientas (R0100) | 70 |
| Figura 30. Listado maestro de catálogos (F0101) | 71 |
| Figura 31. Cronograma mantenimiento preventivo anual (R0104) | 72 |
| Figura 32. Guía de trabajo (R0114) | 75 |
| Figura 33. Distribución mantenimiento programado por semana (R0115) | 76 |
| Figura 34. Solicitud de mantenimiento (R0112) | 78 |
| Figura 35. Labores de mantenimiento programado (R0111) | 79 |
| Figura 36. Orden de mantenimiento (R0113) | 80 |
| Figura 37. Índice de criticidad de equipos (R0109) | 81 |
| Figura 38. Plan de recambio de herramientas (R0110) | 82 |

| | Pag. |
|--|------|
| Figura 39. Código de identificación de equipos | 83 |
| Figura 40. Rótulo identificación equipos | 85 |
| Figura 41. Elementos de protección | 88 |
| Figura 42. Productos de etiquetado | 89 |
| Figura 43. Señalización de piso | 90 |
| Figura 44. Señalización de tuberías | 90 |
| Figura 45. Extractor de partículas | 91 |
| Figura 46. Flujo de caja del proyecto | 99 |

LISTA DE TABLAS

| | Pag. |
|--|------|
| Tabla 1. Proceso productivo | 10 |
| Tabla 2. Equipos existentes | 13 |
| Tabla 3. Factores ponderados a ser evaluados | 41 |
| Tabla 4. Matriz general de criticidad | 42 |
| Tabla 5. Identificación de las secciones de la empresa | 83 |
| Tabla 6. Identificación de equipos y componentes | 84 |
| Tabla 7. Inversiones del proyecto | 93 |
| Tabla 8. Costo por mano de obra año 2004 | 94 |
| Tabla 9. Costos repuestos y materiales año 2004 | 94 |
| Tabla 10 Consolidado tiempos perdidos por para de producción | 96 |
| Tabla 11. Costo de mantenimiento con proyecto | 98 |
| Tabla 12. Costo de mantenimiento sin proyecto | 99 |

LISTA DE ANEXOS

Pag.

Anexo A. Procedimiento de mantenimiento P22

Anexo B. Instructivo ingreso de nuevos equipos, herramientas e instalaciones

Anexo C. Instructivo programa de mantenimiento preventivo

Anexo D. Instructivo indicadores de gestión

Anexo E. Manual de solución de problemas

Anexo F. Tarjetas para prevención de accidentes

Anexo G. Señalización de tuberías

RESUMEN

TITULO: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA NORMA ISO 9001 VERSIÓN 2000 PARA LA EMPRESA SUPERPOLO S.A.*

AUTOR (ES): ILDEMAR ARIAS PARRA, GERMÁN ALFREDO COLORADO RAMÍREZ, EFRAIN ALFONSO PACHECO LÓPEZ **

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento preventivo, requisitos, ISO 9000.

DESCRIPCIÓN Y CONTENIDO: Actualmente la empresa SUPERPOLO S.A. se encuentra en la implementación de la norma ISO 9001 versión 2000, en el mes de diciembre de 2003 se realizó una auditoria por el ente certificador BUREAU VERITAS (BVQI), donde una de las conclusiones de dicha auditoria fue la necesidad de diseñar un programa de mantenimiento que contemplara entre otros conceptos la criticidad, identificación y programación del mantenimiento de cada uno de los equipos existentes en la compañía. Por tal motivo y teniendo en cuenta el objetivo final de la compañía que es conseguir la certificación de calidad ISO 9001 versión 2000 se hace necesario generar un programa de mantenimiento que satisfaga las expectativas de la empresa y los requisitos de ISO.

El programa de mantenimiento preventivo propone mejorar el desempeño de los equipos mediante un plan estratégico, que busca preservar los equipos y asegurar el servicio que cada uno de ellos presta en el proceso productivo. Para lograr esto el punto de partida será un diagnostico inicial, siguiendo con la definición del departamento de mantenimiento en un enfoque basado en procesos; así como la interacción de este con los demás procesos de la compañía.

Se confrontarán los requisitos que la norma ISO 9001 versión 2000 exige, aplicables a mantenimiento con las actividades actuales del departamento de mantenimiento de la empresa para determinar cuales de los requisitos deben ser cumplidos, enfocándose primordialmente en requisitos tales como documentación, planeación y seguimiento del proceso de mantenimiento.

Finalmente aspectos de seguridad industrial y medio ambiente, así como la capacitación del personal serán temas considerados en este proyecto, para con esto generar un nuevo programa de mantenimiento que satisfaga plenamente las expectativas de SUPERPOLO S.A.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director Víctor Elberto Ruiz, Ingeniero Mecánico.

SUMMARY

TITLE: MAINTENANCE PROGRAM BASED ON ISO 9001 VERSION 2000 FOR THE COMPANY "SUPERPOLO S.A."

AUTHORS: ILDEMAR ARIAS PARRA, GERMÁN ALFREDO COLORADO RAMIREZ, EFRAIN ALFONSO PACHECO LOPEZ **

KEY WORDS: Preventive maintenance, requirements, ISO 9000.

DESCRIPTION AND CONTENT: At the moment the company SUPERPOLO S.A. is going through the implementation of 9001 norm ISO version 2000, in December of 2003 was made an audit by the being certifier BUREAU VERITAS (BVQI), one of the conclusions of this audit was the necessity of design a maintenance program that contemplated among other concepts like reliability, identification and programming of the maintenance of each one of the existing equipment in the company. This important reason and considering the final mission for the company that is to obtain to the certification of 9001 quality ISO version 2000 it does necessary to generate a maintenance program that satisfies the expectations with the company and the requirements of ISO.

The proposes of a preventive maintenance program are to improve the performance of the equipment by means of a strategic plan, that it looks for to preserve the equipment and to assure the service that each one of them renders in the productive process.

In order to reach this objective, the departure point will be an initial diagnose, follow by the definition of the maintenance department based on processes; as well as the interaction of this with the other processes of the company.

The requirements that 9001 norm ISO version 2000 demands, applicable to maintenance department within their present activities of maintenance, are determine the requirements they must be fulfilled, focusing fundamentally in requirements such as documentation, planning and pursuit of the maintenance process.

Finally, aspects of industrial safety and work environment, as well as the qualification of the personnel, will be subjects considered in this project, towards this to generate a new program of maintenance that totally satisfies the expectations with SUPERPOLO S.A.

*Monography

**School of Mechanical Engineering. Specialization in Maintenance Management. Director: Víctor Elberto Ruiz - Mechanical Engineer

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se está observando que el nuevo concepto que se impone a nivel mundial es el de la globalización de la economía y gracias a esto conceptos como el de la calidad total donde las necesidades del cliente y la efectividad al momento de producir están siendo comprendidos por los empresarios como la herramienta más valiosa para poder competir en el proceso de comercialización de sus productos. Por tal motivo cada una de las empresas en Colombia y al rededor del mundo están empezando el camino de la certificación en aras de implementar un sistema de gestión de calidad que asegure la eficiencia en cada uno de sus procesos y gracias a esto adquirir el certificado de calidad ISO 9001, con el cual la empresa pueda presentarse ante los consumidores como una empresa eficiente y comprometida con la satisfacción del cliente. En el camino de la implementación de este sistema, se advirtió de la importancia de contar con un programa de mantenimiento con el cual se planificaran y administraran adecuadamente las actividades; para garantizar tanto la preservación, así como el servicio que cada uno de los equipos presta en la línea de proceso y gracias a esto asegurar la producción; contribuir al desarrollo sostenible, aumentar la eficiencia de la empresa al disminuir tiempos muertos y finalmente cumplir con el principal objetivo, satisfacer al cliente. El objetivo de este trabajo es el diseño de un programa de mantenimiento preventivo que garantice la confiabilidad y operabilidad de los equipos de proceso de la empresa Superpolo S.A.

Antes de encontrar el capítulo referente a este modelo, el lector tendrá la oportunidad de conocer de manera general el proceso de ensamble de carrocerías para así obtener una idea general del tema. Otro capítulo como preámbulo al Modelo de Mantenimiento Preventivo, es el de una breve descripción de la empresa, donde se pretende implementar dicho modelo, conoceremos su reseña histórica y los diferentes procesos que se llevan a cabo en ella. Las implicaciones ambientales y de salud ocupacional, acompañan a este proyecto para ofrecer un programa de manera integral y global.

Finalmente se obtuvo un programa de mantenimiento preventivo que aplica los conceptos de la ISO 9000 y lo más importante, de fácil implementación en el entorno integral de negocio y flexible a procesos de modernización. El programa de mantenimiento preventivo tiene como su eje primordial un procedimiento, apoyado por instructivos y formatos lo cual garantiza una óptima ejecución de las labores de mantenimiento.

En conclusión, el objetivo de un programa de mantenimiento preventivo es prevenir que las fallas vuelvan a ocurrir y cambiar la concepción donde se ve al departamento de mantenimiento como un gasto y no como una inversión.

1. SUPERPOLO S.A.

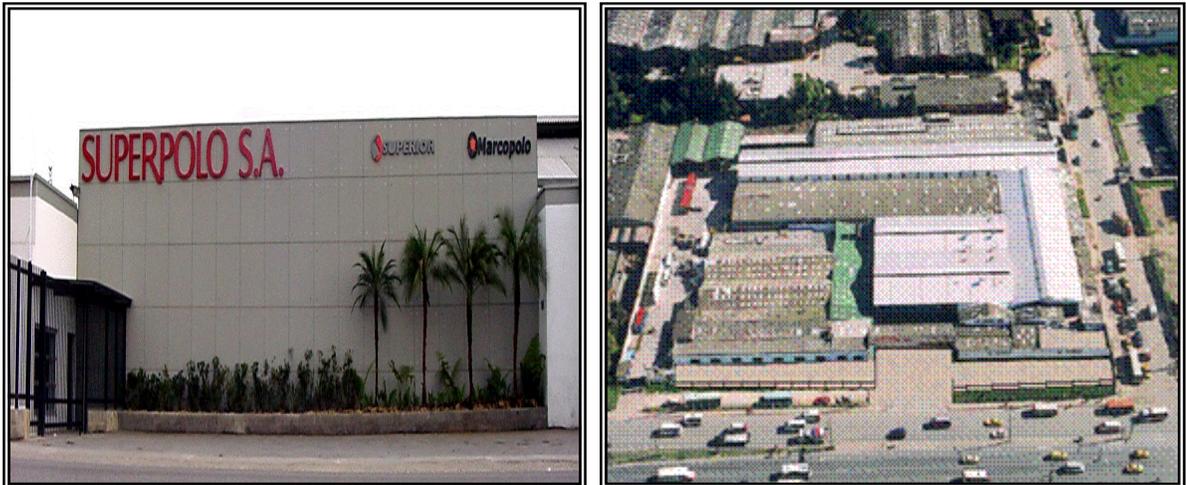
En este capítulo se describe los aspectos más importantes de SUPERPOLO S.A. en cuanto a su origen, actividad económica, productos que desarrolla, la organización actual, misión, visión y política de calidad. Igualmente se muestra el proceso productivo en cada una de sus etapas con los distintos equipos y herramientas utilizadas para ello, así como también se plantean el alcance y objetivos del presente proyecto.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Los aspectos más importantes de SUPERPOLO S.A. son:

1.1.1 Localización. La empresa está localizada en Bogotá en la autopista sur número 77-31, cuenta con un terreno de 25.362 m² y con un área construida de 17.362 m². (Véase figura 1).

Figura 1. Planta Bogota



1.1.2 Reseña histórica. SUPERPOLO S.A. se origina de la unión de dos empresas pioneras en el transporte masivo, CARROCERIAS SUPERIOR empresa colombiana y MARCOPOLO empresa Brasileira mayor fabricante de carrocerías con mas de 15 filiales alrededor del mundo.

1.1.3 Actividad de la empresa. SUPERPOLO S.A. dedica sus recursos a la fabricación de carrocerías para buses urbanos e intermunicipales en cada una de sus modalidades y adaptando estas a la gran variedad de chasis que se ofrecen en el mercado por las diferentes ensambladoras. Su último desarrollo ha sido la fabricación de carrocerías para los buses articulados del sistema Transmilenio. Actualmente cuenta con una capacidad instalada para producir 200 carrocerías mensuales.

1.1.4 Productos. Los productos que SUPERPOLO S.A. ofrece son los siguientes:

- **Microbuses y mini busetas.** Esta línea la componen, los modelos Listo y Mini Temple. Son modelos diseñados con el objetivo de proporcionar el máximo de confort, seguridad y agilidad tanto para el conductor, como para los pasajeros.
 - **Listo.** Creado principalmente para desplazamientos en centros urbanos, el LISTO, esta disponible en las versiones: escolar, urbano e intermunicipal. Con una excelente relación costo – beneficio. (Ver figura 2)

Figura 2. Características modelo listo



| |
|-----------------------------|
| DIMENSIONES (*) |
| Largo : De 6050 a 6870 mm |
| Ancho : 2000 mm |
| Altura : 2623 mm |
| NO. PASAJEROS : |
| Urbano : De 19 a 23 |
| Intermunicipal : De 15 a 20 |
| CHASIS DISPONIBLES |
| URBANO |
| Nissan 2900ee |
| Nissan 3400ee |
| Nkr 2990ee |

- **Mini temple.** Modelo producido únicamente en Colombia, para el transporte de pasajeros en las ciudades. Creado para atender las más exigentes patrones del mercado. (Ver figura 3)

Figura 3. Características modelo mini temple



| D I M E N S I O N E S (*) | |
|---------------------------------|-----------------------|
| L a r g o : | D e 5 3 1 0 a 7 6 0 0 |
| A n c h o : | 2 2 3 0 m m |
| A l t u r a : | 2 7 2 8 m m |
| N O . P A S A J E R O S : | |
| U R B A N O : | 1 9 - 2 5 |
| N A C I O N A L : | 1 5 - 2 3 |
| C H A S I S D I S P O N I B L E | |
| U R B A N O | |
| M i t s u b i s h i | 2 7 5 0 e e |
| D a i h a t s u | 3 2 7 5 e e |
| D a i h a t s u | 2 4 9 0 e e |
| N p r | 7 1 3 3 6 5 e e |
| A g r a l e | 2 9 2 0 e e |
| A g r a l e | 3 3 0 0 e e |

- **Busetas y busetones.** En Superpolo se producen para este segmento, los modelos Temple y Senior. Son modelos diseñados especialmente para desplazamientos rápidos ya sea urbano ó intermunicipal.
 - **Temple.** Es el modelo líder en ventas de la empresa ideal para el transporte urbano o intermunicipal de cortas distancias, en varios tipos de terreno. (Ver figura 4)

Figura 4. Características modelo temple



| DIMENSIONES | |
|--------------------|-------------------|
| Largo : | De 7600 a 8540 mm |
| Ancho : | 2230mm |
| Altura : | 2900mm |
| NO. PASAJEROS : | |
| URBANO : | 30 – 48 |
| NACIONAL : | 23 - 29 |
| CHASIS DISPONIBLES | |
| URBANO | |
| Npr | 3830ee / 4005ee |
| Agrale | 3900ee / 4200 ee |
| Mitsubishi | 3760ee / 4200ee |
| Hino | 3860ee / 4300ee |
| Nissan | 3795ee / 4005ee |
| Volkswagen | 3900ee / 4200ee |
| Mercedes | 4250ee |

- **Senior.** Este modelo tiene importantes características como mayor largo y alto, lo que se traduce en un mayor espacio interior para la comodidad y flujo de pasajeros. (Ver figura 5)

Figura 5. Características modelo senior



| DIMENSIONES |
|----------------------------|
| Largo : De 7580 a 8200mm |
| Ancho : 2330 mm |
| Altura : 2878mm |
| NO. PASAJEROS : |
| URBANO : 30 - 45 |
| NACIONAL : 21 - 28 |
| CHASIS DISPONIBLES |
| Agrale 8.5 TCA Plus 4200ee |
| Mercedes Benz LO915 |
| NPR Buseta |

- **Buses.** Los buses producidos en Superpolo son fabricados con la más moderna tecnología, proporcionando así a los pasajeros un mayor espacio y confort en los viajes intermunicipales o urbanos, además de ofrecer economía, resistencia y un bajo costo de operación.
 - **Andare class.** Considerado un vehículo ideal para el transporte intermunicipal y transporte de carretera de pequeñas y medianas distancias el Andare Class une alta tecnología y bajo costo como uno de los principales diferenciadores de mercado. Confort, seguridad y economía atienden a las necesidades de los usuarios y empresarios del sector. (Ver figura 6)

Figura 6. Características modelo andare class



| DIMENSIONES |
|----------------------------|
| Largo : De 12000 a 13200mm |
| Ancho : 2550mm |
| Altura : 3675mm |
| NO. PASAJEROS : |
| NACIONAL : 34 - 38 |
| CHASIS DISPONIBLES |
| MERCEDES OH 1636 |
| MERCEDES OF 1721 |
| SCANIA K-124 |
| ISUZU LV-150 |
| VOLVO B7R |

- **Viale.** Este modelo es la opción ideal para quien necesita versatilidad, seguridad, fácil manejo, bajo costo de operación y un producto diferenciado para el transporte colectivo urbano. (Ver figura 7)

Figura 7. Características modelo vial



| DIMENSIONES |
|-------------------------------|
| Largo : De 1032 a 1096mm |
| Ancho : 2500mm |
| Altura : 3173mm |
| NO. PASAJEROS : |
| URBANO : 76 - 82 |
| NACIONAL : 36 - 37 |
| CHASIS DISPONIBLES |
| Chevrolet ISUZU CHR-72 5000EE |
| Hino RK1J 5950EE |
| Mercedes Benz OF-1721 5950EE |
| Mercedes Benz OF-1721 5250EE |
| Mercedes Benz OH-1418 5250EE |
| Mercedes Benz OH-1417 5250EE |
| Volkswagen 17210 5940EE |
| Volvo B7R |

- **Buses articulados.** Los buses articulados producidos en Superpolo son la alternativa perfecta para sistemas de transporte masivo en medianas y pequeñas ciudades. Producidos con la más moderna tecnología y estándares de calidad.
 - **Gran vial articulado.** Considerado un vehículo ideal para operar en sistemas de transporte masivo en medianas y pequeñas ciudades, este modelo une alta tecnología y bajo costo como uno de los principales diferenciadores de mercado. Confort, seguridad y economía atienden a las necesidades de los usuarios y empresarios del sector. (Ver figura 8)

Figura 8. Características modelo gran vial articulado



1.1.5 Organigrama. Actualmente trabajan 36 personas en el área administrativa, 750 personas en la planta y 7 asesores comerciales, con la organización que se muestra en la figura 9.

1.1.6 Visión. La visión de la empresa es:

“En el año 2010, seremos una organización líder admirada y reconocida por nuestros clientes finales y por las comunidades donde actuemos por el manejo ejemplar de nuestros colaboradores y por la calidad de nuestros productos y servicios “¹

1.1.7 Misión. La Misión de la empresa es:

“Diseñar, producir y comercializar equipos para transporte terrestre de pasajeros y de carga dedicando todos nuestros esfuerzos y competencias a:

- Obtener un producto de calidad internacional que satisfaga las expectativas y necesidades de nuestros clientes y usuarios finales
- Garantizar a nuestros colaboradores condiciones de crecimiento personal y profesional dentro de la empresa
- Mantener niveles de solidez, rentabilidad y crecimiento que satisfagan y superen las expectativas de los accionistas “²

1.1.8 Política de calidad. La Política de Calidad de la empresa es:

“**Superpolo S.A.** Tiene como objetivo la mejora continua de sus procesos, productos, y servicios y del ambiente de trabajo, con el fin de satisfacer las necesidades de clientes y colaboradores “³

¹ DEPARTAMENTO DE CALIDAD. Visión *SUPERPOLO S.A.*

² DEPARTAMENTO DE CALIDAD. Misión *SUPERPOLO S.A.*

³ DEPARTAMENTO DE CALIDAD. Política de Calidad *SUPERPOLO S.A.*

Figura 9. Estructura organizacional

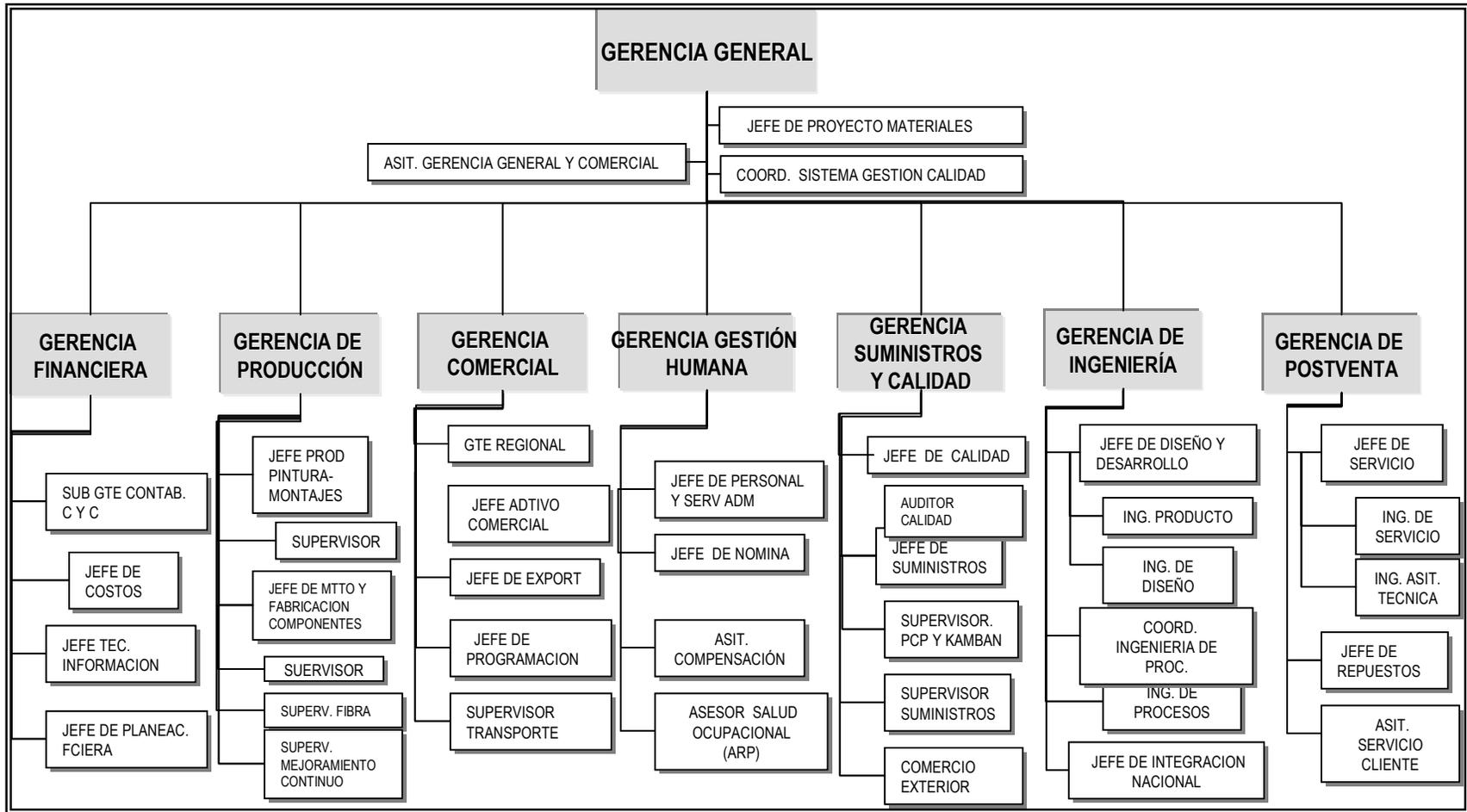


Figura tomada del manual de calidad de SUPERPOLO S.A.

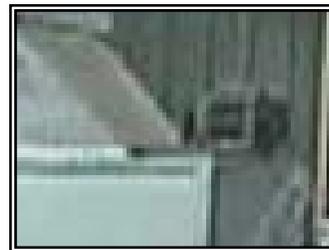
1.1.9 Planta de fabricación. El proceso productivo de SUPERPOLO S.A., se desarrolla en tres plantas que son: planta de ensamble, planta fabricación de componentes y planta fabricación de fibras.

- **Planta de ensamble.** La planta de ensamble se divide en: montaje estructural, montaje de terminación, planta de pintura y prueba de agua. (Ver figura 10)

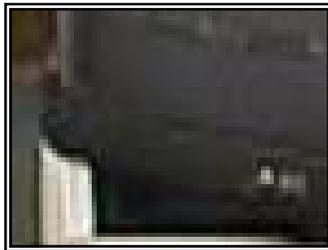
Figura 10. Planta de ensamble



Montaje Estructural



Pintura



Montaje Terminación



Prueba de Agua

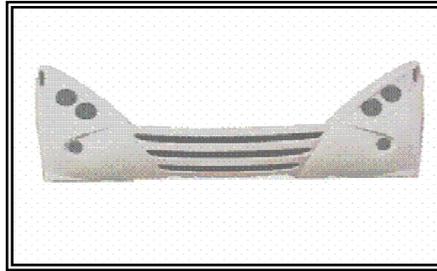
- **Planta fabricación de componentes.** En la planta fabricación de componentes se fabrican los conjuntos estructurales de las carrocerías para su ensamble en la sección de montaje estructural. (Ver figura 11)

Figura 11. Planta fabricación de componentes



- **Planta fabricación de fibras.** En la planta fabricación de fibras se fabrican todas las piezas en fibra y plástico de las carrocerías, así como la consola para su ensamble en la sección de montaje estructural y montaje de terminación (Ver figura 12)

Figura 12. Pieza fabricada en la planta de fabricación de fibras



1.1.10 Descripción del proceso productivo. El proceso productivo de SUPERPOLO S.A., se describe a continuación. (Ver tabla 1).

Tabla 1. Proceso productivo

| ETAPA | | DESCRIPCIÓN |
|-------|---------------------------------------|---|
| 1. | Recepción e ingreso del chasis | En esta etapa se recibe el chasis se verifica que cumpla con los estándares de calidad y se ingresa a montaje estructural |
| 2. | Alistamiento del chasis | En esta etapa se retira todos aquellos componentes del chasis que puedan dañarse se almacenan y se coloca soportería fijada con pernos al chasis donde se fijara posteriormente la carrocería |



| ETAPA | | DESCRIPCIÓN |
|---------------------------------------|--|--|
| 3. | Ensamble del casulo | <p>En esta etapa se ensambla el conjunto estructural de la carrocería formando el casulo y se monta este sobre el chasis utilizando los soportes previamente fijados.</p>  |
| Control de calidad de producto | | |
| 4. | Forraje exterior | <p>En esta etapa se cubre el casulo exteriormente, es decir se coloca piezas en fibra como techos, casco delantero y trasero, así como también se colocan tableros exteriores (laminas en aluminio) y piso (laminas de madera)</p>  |
| Control de calidad de producto | | |
| 5. | Pintura | <p>Una vez el casulo se forra completamente en su exterior ya es una carrocería que puede ser pintada externamente, para esto se utiliza pintura en poliuretano</p>  |
| Control de calidad de producto | | |
| 6. | Forraje Interior | <p>Una vez la carrocería esta lista en su parte exterior, se comienza el forraje interior, colocando tapizado en pisos y laterales, siguiendo con el montaje de silletería, ventanería y todos los accesorios constituyentes de la carrocería como pasamanos, etc.</p>  |
| 7. | Alistamiento mecánico y eléctrico | <p>Una vez la carrocería se ha forrado internamente, se realiza las conexiones eléctricas y mecánicas</p> |
| Control de calidad de producto | | |

| ETAPA | | DESCRIPCIÓN |
|-------------------------------|-------------------------------|---|
| 8. | Prueba de hermeticidad | Se realiza una prueba de hermeticidad, donde se comprueba que no exista filtración de agua en la carrocería |
| 9. | Prueba de ruta | Se realiza una prueba de ruta, para verificar que no exista filtraciones de polvo y el buen comportamiento funcional de la carrocería y el chasis |
| SELLO DE OK DE CALIDAD | | |
| 10. | Entrega del vehículo | Se entrega el vehículo al cliente |



1.1.11 Equipos Existentes. Como se menciona en el capítulo uno, la empresa está dividida en tres plantas a continuación se realizará una breve descripción de los equipos existentes en cada una de estas plantas. (Ver tabla 2)

1.2 ALCANCE

Con la culminación de este trabajo se pretende que la empresa SUPERPOLO S.A., cuente con una herramienta administrativa de mantenimiento que le permita garantizar que los trabajos de mantenimiento realizados a los equipos existentes se lleven a cabo de una manera eficaz y cumpliendo con los requisitos que la norma ISO 9001 versión 2000 exige. Una vez definida la herramienta administrativa y con el fin de capacitar al personal de mantenimiento para la posterior implementación, se realizará todo el desarrollo en un equipo de la compañía, cabe anotar que la implementación le corresponde directamente al departamento de mantenimiento de la empresa.

Tabla 2. Equipos existentes

| INSTALACIÓN DE AGA MIX | |
|--|---|
| CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE AGA MIX | |
| FABRICANTE | SUPERPOLO S.A. |
| MODELO | NO APLICA |
| USO | RED DE GAS PARA EQUIPOS DE SOLDADURA DE ESAMBLAJE ESTRUCTURAL |



| INSTALACIÓN DE GAS PROPANO | |
|--|--|
| CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE GAS PROPANO | |
| FABRICANTE | SUPERPOLO S.A. |
| MODELO | NO APLICA |
| USO | RED DE GAS PARA QUEMADORES HORNO DE PINTURA |
| QUEMADORES HORNO DE PINTURA | |
| FABRICANTE | NOVA VERA |
| MODELO | XP3-002 |
| USO | PRODUCIR AIRE CALIENTE PARA EL HORNADO DE LA PINTURA |



INSTALACIÓN DE AIRE

| SECADOR DE AIRE | |
|---|-------------------------------------|
| FABRICANTE | ARO |
| MODELO | ARO A |
| ESPECIFICACIÓN | SECADOR DE 175 PSI / 79°C |
|  | |
| COMPRESOR ENCAPSULADO | |
| FABRICANTE | SULLAIR |
| MODELO | LS20 100 AC |
| ESPECIFICACIÓN | CAPACIDAD 100 a 110 PSIG |
|  | |
| SECADOR DE AIRE | |
| FABRICANTE | SULLAIR |
| MODELO | SRD 400 AC |
| ESPECIFICACIÓN | 100 – 150 PSIG REFRIGERANTE R134 |
|  | |

INSTALACIÓN DE AIRE (Continuación)

| COMPRESOR ELECTRA SCREW | |
|--------------------------------|--|
| FABRICANTE | GARDNER DENVER |
| MODELO | SM 61800 ALP |
| ESPECIFICACIÓN | 75 HP / 100-0110 PSIG |
| TABLERO DE CONTROL COMPRESORES | |
| FABRICANTE | INGETEC LTDA |
| MODELO | NO APLICA |
| USO | MONITOREO COMPRESORES INSTALACIÓN NEUMÁTICA |
| PUENTE GRUA 5 TON | |
| FABRICANTE | STAHL |
| MODELO | STAHL 1 CP |
| ESPECIFICACIÓN | 5 TONELADAS |



| EQUIPOS EXISTENTES | |
|---------------------------------|--|
| EQUIPOS DE SOLDADURA MIG | |
| FABRICANTE | HOBART |
| MODELO | BETA MIG 2610 |
| USO | EQUIPOS FIJOS Y MOVILES UTILIZADOS EN ENSMBLAJE ESTRUCTURAL |
| ELEVADOR | |
| FABRICANTE | TECNO INGENIERÍA |
| MODELO | OJ-11-1276 |
| USO | ACCEDER A PARTES ELEVADAS DE BUSES |
| CABINA HORNO DE PINTURA | |
| FABRICANTE | NOVA VERTA |
| MODELO | NOVA VERTA |
| USO | CABINA UTILIZADA PARA EL SECADO DE PINTURA DE LOS BUSES |



EQUIPOS EXISTENTES

| EXTRACTOR | |
|------------------------------|--|
| FABRICANTE | NOVA VERTA |
| MODELO | NOVA VERTA |
| USO | UTILIZADO PARA CAPTURAR LAS PARTICULAS PRODUCIDAS AL PULIR LAS PIEZAS DE FIBRA |
| CABINA APLICACIÓN DE PINTURA | |
| FABRICANTE | NOVA VERTA |
| MODELO | NOVA VERTA |
| USO | CABINA UTILIZADA PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA DE LOS BUSES |
| TRONZADORA | |
| FABRICANTE | DEWALT |
| MODELO | DW870 |
| ESPECIFICACIÓN | 14 PULGADAS |



| EQUIPOS EXISTENTES | |
|---------------------------|--------------------------------|
| CURVADORA CNC | |
| FABRICANTE | ENGINEERING |
| MODELO | PHG 34 |
| ESPECIFICACIÓN | MAX CURVA 60° |
| DOBLADORA MANUAL | |
| FABRICANTE | HILLGERS |
| MODELO | HY38 |
| ESPECIFICACIÓN | AÑO DE FABRICACIÓN 1960 |
| TALADRO DE ARBOL | |
| FABRICANTE | REXON |
| MODELO | RDM-270F |
| ESPECIFICACIÓN | 2 HP |



| EQUIPOS EXISTENTES | |
|---|--------------------------------|
| CORTADORA DE TUBOS | |
| FABRICANTE | FISCHER |
| MODELO | GH 34 |
| ESPECIFICACIÓN | AÑO DE FABRICACIÓN 1975 |
|  | |
| CORTADORA | |
| FABRICANTE | PULLMAX |
| MODELO | P / 3-3 |
| ESPECIFICACIÓN | LAMINA DE 2 mm |
|  | |
| CORTADORA DE LAMINA | |
| FABRICANTE | FISCHER |
| MODELO | FISCHER |
| ESPECIFICACIÓN | AÑO DE FABRICACIÓN 1960 |
|  | |

| EQUIPOS EXISTENTES | | |
|----------------------------|--|---|
| CORTADORA DE LAMINA | |  |
| FABRICANTE | FISCHER | |
| MODELO | FISCHER | |
| ESPECIFICACIÓN | AÑO DE FABRICACIÓN 1960 | |
| CORTADORA DE LAMINA | |  |
| FABRICANTE | CINCINATTI | |
| MODELO | 3-50 | |
| ESPECIFICACIÓN | AÑO DE FABRICACIÓN 1960 | |
| DOBLADORA | |  |
| FABRICANTE | BRAFFEMAN | |
| MODELO | PHV 3064 | |
| ESPECIFICACIÓN | AÑO DE FABRICACION SEPTIEMBRE DE 2003 | |

| EQUIPOS EXISTENTES | |
|---------------------------|--|
| TPRENSA HORIZONTAL | |
| FABRICANTE | ENGINEERING |
| MODELO | PH60 |
| ESPECIFICACIÓN | AÑO DE FABRICACION SEPTIEMBRE DE 2003 |
| TROQUELADORA | |
| FABRICANTE | RICCETI |
| MODELO | ----- |
| ESPECIFICACIÓN | AÑO DE FABRICACION SEPTIEMBRE 1960 |
| PRENSA | |
| FABRICANTE | MAR VICKERS |
| MODELO | 56312 |
| ESPECIFICACIÓN | 40 TONELADAS |



| EQUIPOS EXISTENTES | |
|--------------------------------|--|
| BOMBA DE AGUA | |
| FABRICANTE | IHM |
| MODELO | ----- |
| ESPECIFICACIÓN | CAPACIDAD 10 LTRS / SEG |
| HERRAMIENTAS NEUMATICAS | |
| FABRICANTE | VARIOS |
| MODELO | ----- |
| USO | UTILIZADAS PARA ENSAMBLAJE DE ACCESORIOS DE CARROCERÍA LA |
| TERMOFORMADORA | |
| FABRICANTE | ENGINEERING |
| MODELO | T 34B6 |
| ESPECIFICACIÓN | AÑO DE FABRICACION FEBRERO 2001 |



| EQUIPOS EXISTENTES | |
|---|---|
| MAQUINA APLICACIÓN GEL COAT | |
| FABRICANTE | MAGNUM VENUS |
| MODELO | ----- |
| USO | APLICACIÓN CAPA DE GEL COAT PIEZAS FIBRA |
|  | |
| HORNO CURADO PIEZAS | |
| FABRICANTE | SUPERPOLO S.A. |
| MODELO | ----- |
| USO | CURADO PIEZAS DE FIBRA |
|  | |
| MAQUINA DE ASPERCIÓN | |
| FABRICANTE | FIBRA GLASS CRAF |
| MODELO | ----- |
| USO | APLICACIÓN CAPA DE FIBRA |
|  | |

1.3 OBJETIVOS

A continuación se especifican los objetivos que se pretenden alcanzar al culminar este proyecto.

1.3.1 Objetivo general. Diseñar un programa de mantenimiento que abarque las necesidades de la empresa SUPERPOLO S.A., y cumpla los requisitos que la norma ISO 9001 versión 2000 exige.

1.3.1 Objetivos específicos

- Definir la interacción entre el proceso de mantenimiento y los demás procesos de la compañía.
- Definir el tipo de mantenimiento más adecuado para la empresa SUPERPOLO S.A.
- Definir herramientas administrativas para el manejo de mantenimiento (Procedimientos, instructivos, formatos).
- Definir indicadores de gestión para el proceso de mantenimiento.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

La empresa SUPERPOLO S.A. actualmente se encuentra en la implementación de la norma ISO 9001 versión 2000, en el mes de diciembre de 2003 se realizó una auditoría por el ente certificador BUREAU VERITAS (BVQI), donde una de las conclusiones de dicha auditoría fue la necesidad de diseñar un programa de mantenimiento que contemplara entre otros conceptos la criticidad e identificación de equipos, programación del mantenimiento de cada uno de los equipos existentes, así como también la medición del proceso de mantenimiento y la evidencia de acciones correctivas y de mejora en el mismo. Por tal motivo y teniendo en cuenta que el objetivo final de la compañía es conseguir la certificación de calidad ISO 9001 versión 2000, se hace necesario generar un programa de mantenimiento que satisfaga las expectativas de la empresa y los requisitos de ISO.

2. NORMA ISO 9000 VERSIÓN 2000 EN EL MANTENIMIENTO

A continuación se describen las generalidades de la norma ISO 9000 versión 2000 aplicables en el proceso de mantenimiento.

2.1 GENERALIDADES DEL MANTENIMIENTO

Se consideran términos generales de mantenimiento, aquellos que enmarcan los diferentes temas tratados por el departamento de mantenimiento en plantas industriales y empresas de servicios. El objetivo de este ítem es el de aclarar algunos términos que se trataran en el presente texto.

2.1.1 Recursos de la empresa. " Son todos los equipos, instalaciones y edificaciones de la empresa."⁴

- **Equipo.** Se le llama así a todo tipo de maquinarias: eléctrica, mecánica, tornos, prensas, vehículos, entre otras.
- **Instalaciones.** Son los sistemas de generación, distribución y control de todo tipo de energía (eléctrica, térmica, hidráulica, mecánica, y neumática).
- **Construcciones.** Son aquellos edificios, carreteras, vías férreas, acueductos, terrenos, etc., que sirven para el asentamiento y la comunicación de la empresa.

2.1.2 Actividades generales. " Entre las actividades de un departamento de mantenimiento están: Inspección, rutina, reparación, cambio, modificación "⁵

⁴ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Continental, 1998. p 58

⁵ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Continental, 1998. p 58-59

- **Inspección.** Consiste en la observación de los recursos, con objeto de tener información sobre su estado físico o de su funcionamiento.
- **Rutina.** Son los trabajos para garantizar la preservación y el servicio que prestan los recursos, que es necesario realizar periódicamente, para obtener buena apariencia, duración y funcionamiento del recurso.
- **Reparación.** Son los trabajos efectuados para corregir los daños que haya tenido un recurso.
- **Cambio.** Consiste en sustituir una máquina o componente, que por cualquier concepto haya dejado de ser fiable, por otra exactamente igual.
- **Modificación.** Son los trabajos que se realizan para reformar el diseño o las propiedades físicas del recurso, con el fin de eliminar fallas repetitivas, originadas por su diseño o fabricación defectuosa.

2.1.3 Términos de equipos y herramientas. " En esta parte se encuentra un grupo de términos que hace referencia a partes, estructuras, instrumentos medios con los que se trabaja en el entorno industrial " ⁶

- **Conjunto.** Unidad funcional que forma parte de una entidad y esta formada a su vez por componentes, por ejemplo: motor, turbina.
- **Elemento o pieza.** Parte constituyente de un componente, por ejemplo: tornillos, juntas.
- **Equipo de reserva.** Equipo de las mismas condiciones de un equipo vital de la empresa, que está listo a ser utilizado en caso que el equipo de primer orden falle.
- **Parque.** Grupo de equipos de igual tipo a los que son aplicables las mismas consideraciones de mantenimiento.
- **Planta.** Sistema integrado de entidades que forman una unidad funcional de producción y servicio.

⁶ Norma técnica colombiana. Norma GTC 62. ICONTEC : 1999, p.3.

2.1.4 Términos Administrativos. “ En esta parte se encuentra un grupo de términos que hace referencia a conceptos administrativos de mantenimiento⁷”.

- **Manual de mantenimiento.** Documento que enuncia la política de mantenimiento y que describe el sistema de mantenimiento de una organización.

2.1.5 Definición de mantenimiento. El mantenimiento es toda acción humana que, mediante la aplicación de los conocimientos, realiza un conjunto de actividades técnicas y administrativas cuya finalidad es conservar o restituir un recurso a las condiciones que le permitan desarrollar su función contribuyendo al óptimo aprovechamiento de los recursos existentes en el hábitat humano y propiciando con ello, el desarrollo integral del hombre y de la sociedad.

2.1.6 Filosofía del mantenimiento

“ El servicio es el que se mantiene, y el recurso (equipo, instalación o construcción) el que se preserva”⁸.

2.1.7 Objetivos de mantenimiento. Una vez aclarado que los objetivos de mantenimiento deben ir siempre paralelos a los de la empresa, se pueden establecer seis conceptos u objetivos parciales en los que se englobarán las acciones concretas, como pueden ser:

- Producción máxima:
 - Mantener la capacidad de los recursos.
 - Asegurar la máxima disponibilidad de los recursos.
 - Reparar las averías con el mínimo tiempo y costo.
- Mínimo costo:
 - Reducir al máximo las averías.

⁷ Norma técnica colombiana. Norma GTC 62. ICONTEC : 1999, p.11.

⁸ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Continental, 1998. p.37.

- Alargar la vida útil de los recursos.
- Reducir el inventario de repuestos en almacén.
- Colaborar en la optimización y puesta al día de las operaciones y los procesos.
- Reposición de los equipos en el momento adecuado. Mantener unos costos anuales regulares.
- Calidad exigida:
 - Mantener una marcha regular de la fabricación sin paros ni distorsiones.
 - Eliminar las averías que afecten a la calidad del producto.
 - Mantener en perfecto estado los equipos que aseguran la calidad final del producto.
- Conservación de la energía:
 - Conservar en buen estado las líneas de vapor, los purgadores y el aislamiento térmico de los equipos.
 - Mantener una marcha continua y regular de la maquinaria, de modo que se eviten al máximo los paros y puestas en marcha
 - Controlar el rendimiento energético de los equipos.
- Conservación del medio ambiente:
 - Asegurar la estanqueidad de los elementos susceptibles de producir fugas contaminantes.
 - Evitar averías que paralicen las instalaciones correctoras de posibles poluciones.
- Higiene y seguridad en el trabajo:
 - Asegurar que el funcionamiento de los equipos sea el adecuado.
 - Mantener las protecciones de los equipos.
 - Informar y formar al personal de los posibles riesgos de accidentes y la prevención de los mismos.

Intentar conseguir todos estos objetivos simultáneamente será lo mismo que conseguir un único objetivo: calidad total de mantenimiento. La calidad total en mantenimiento se entiende como una manera de actuar

que conduzca a la eliminación de cualquier tipo de falla, tanto de los equipos como de la organización, para lograr la máxima satisfacción del cliente.

2.1.8 Actividades de mantenimiento. (Véase figura 13)

Figura 13. Actividades de mantenimiento



El mantenimiento se enfoca en dos grandes actividades, una de ellas es la preservación de los recursos a conservar, y la otra es la de garantizar el servicio que proporcionan estos recursos. Es importante notar la diferencia que existe entre estas dos actividades del mantenimiento, ya que ambas se aplican a cualquier clase de recursos existentes en la empresa. Así, un equipo puede estar sujeto a trabajos de limpieza y lubricación, reparación o pintura, los cuales pueden ser catalogados como labores de preservación si sirven para evitar que la máquina sea atacada por agentes nocivos; sin embargo, serán calificados como de garantizar el servicio del recurso, si son hechos para que ésta proporcione o continúe proporcionando un servicio de calidad estipulada. En otras palabras, mientras las actividades de preservación se enfocan al cuidado del recurso, las actividades para garantizar el servicio de los recursos, se enfocan al cuidado del servicio que proporciona dicho recursos. En la práctica, cualquier departamento de mantenimiento, por pequeño que sea, lleva a cabo trabajos tanto de preservación (cuidado del recurso), como de servicio (cuidado del servicio que proporciona el recurso).⁴

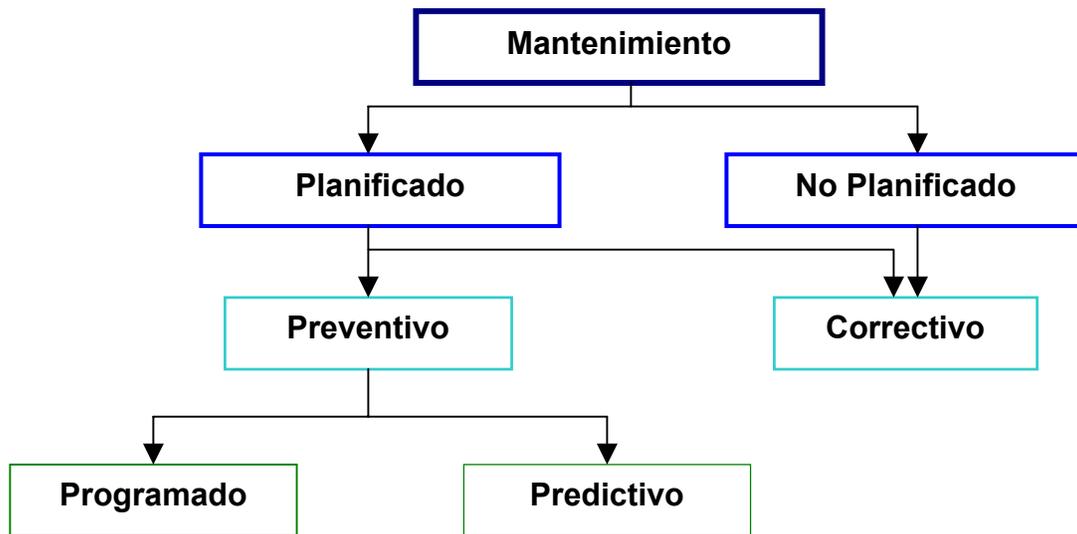
⁴ DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Continental, 1998. p.41.

- **Preservación de los recursos de la empresa.** Para que los recursos de la empresa lleguen a cumplir su tiempo de vida útil, es necesario pensar cuidadosamente cómo se deben proteger estos; si se quiere preservar un equipo, por ejemplo un torno; se aprecia que entre otros cuidados, necesita lubricación para disminuir el desgaste, limpieza para evitar daños debidos al polvo y ajuste; es decir, hay que hacer una serie de trabajos que hacen posible que el equipo regrese a su estado físico inicial. A estas labores se les llama preservación y están dirigidas exclusivamente al recurso y no al servicio que este ofrece. En Otras palabras: preservación son los trabajos desarrollados en un recurso, a fin de evitar su degeneración, o que sea atacado por agentes nocivos.
- **Garantizar el servicio que prestan los recursos de la empresa.** El servicio del recurso, es la segunda actividad del mantenimiento y se refiere a los trabajos que son necesarios hacer con objeto de proporcionar un servicio de calidad estipulada. Es importante notar que, basándose en el servicio y su calidad deseada, se deben escoger los equipos que aseguren obtener este servicio; el equipo queda en segundo término, pues si no proporciona lo que se pretende al adquirirlo, se debe cambiar por otro más adecuado. Por ello, hay que recordar que el equipo es un medio y el servicio es el fin que deseamos conseguir. Por lo tanto, para garantizar el servicio de un recurso, se deben ejecutar trabajos que garanticen o regresen el servicio que presta el equipo con la calidad esperada. Este tipo de trabajos, requieren para su aplicación, de un estudio profundo del recurso que se va a mantener para conocer sus partes vitales, su tiempo de vida útil y la calidad de servicio que se espera de cada una de ellos.

2.1.9 Clases de mantenimiento. El mantenimiento se divide en dos grupos principalmente estos son: Mantenimiento planificado y no planificado (véase figura 14).

Figura 14. Tipos de mantenimiento¹⁰

¹⁰ Norma técnica colombiana. Norma GTC 62. ICONTEC : 1999, p.28.



- **Mantenimiento no planificado.** Este tipo de mantenimiento se realiza sin ningún plan previo, es decir no se tiene un cronograma establecido, por lo que se conoce comúnmente como:
 - **Mantenimiento correctivo no planificado.** Este tipo de mantenimiento consiste en ir reparando las averías a medida que se van produciendo. El personal encargado de avisar de las averías es el propio usuario de los equipos y el encargado de las reparaciones es el personal de mantenimiento. Entre los principales inconvenientes al optar por utilizar este tipo de mantenimiento están:
 - ✓ El principal inconveniente que se tiene con este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización.
 - ✓ En muchos casos, con el fin de obtener un mayor rendimiento del equipo, el usuario no dará parte de la avería hasta que ésta le impida continuar trabajando, si se añade que el personal encargado del uso de los equipos no es experto en averías, pasará por alto ruidos y anomalías que pueden preceder al fallo, y por lo tanto llevar al equipo al límite de su funcionamiento, agravando el fallo inicial o degenerando en otros de mayor importancia.
 - ✓ Otro factor importante a considerar es que por la premura de poner el equipo en marcha, hace que el análisis por el cual

ocurrió la avería pase a un segundo plano y muchas veces no se realice.

- ✓ Dado que la avería puede ocurrir en cualquier instante, puede ocurrir que en ese momento no se cuente con personal disponible para afrontar la reparación y por lo tanto el tiempo de no disponibilidad del equipo aumente. El caso contrario, tener personal suficiente para afrontar cualquier avería conlleva a un aumento considerable en los gastos de mantenimiento.
- ✓ Encontrar un punto óptimo de personal para afrontar los trabajos en este tipo de mantenimiento no es fácil ya que se encuentran dos variables difíciles de predecir: la frecuencia entre averías y la importancia de estas
- ✓ No se lleva un seguimiento de los equipos.
- ✓ No se tiene un control ni de la preservación del equipo, ni de la calidad del servicio que este presta.
- ✓ El stock de recambios debe ser lo más alto posible conllevando así a altos costos de mantenimiento.

Aunque los inconvenientes al optar un mantenimiento correctivo no planificado son grandes, es difícil prescindir de él, ya que siempre habrá averías que se escapen a cualquier predicción y por lo tanto para minimizar su impacto se debe tener un mantenimiento correctivo planificado y un plan de contingencias.

- **Mantenimiento planificado.** El mantenimiento planificado es un tipo de mantenimiento donde se organizan las labores a realizar, este se divide en dos clases primordialmente, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo planificado, cabe anotar que el mantenimiento preventivo siempre se planifica, mientras el correctivo puede o no estar planificado.
 - **Mantenimiento preventivo:** Se define como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para garantizar que la calidad del servicio que los recursos proporcionan continúen dentro de los límites establecidos, así como también una buena

preservación de estos recursos. Los trabajos de mantenimiento preventivo pueden planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo, este es el enfoque preferido frente al mantenimiento correctivo por cinco razones principales:

- ✓ La frecuencia de fallas prematuras puede reducirse mediante una lubricación adecuada, ajustes, limpieza e inspecciones promovidas por la medición del desempeño.
 - ✓ Si la falla no puede prevenirse, la inspección y la medición periódicas pueden ayudar a reducir la severidad de la falla y el posible efecto dominó en otros componentes del sistema del equipo, mitigando de esta forma las consecuencias negativas para la seguridad, el ambiente o la capacidad de producción.
 - ✓ Se garantiza tanto la preservación del recurso, como la calidad del servicio que presta el recurso.
 - ✓ La calidad de la reparación es mejor, frente a un mantenimiento correctivo ya que esta puede verse afectada de manera negativa bajo la presión de una emergencia.
 - ✓ Finalmente, hay importantes diferencias en costos tanto directos (por ejemplo, materiales) como indirectos (por ejemplo, pérdidas de producción), debido a que una interrupción no planeada a menudo provoca un gran daño a los programas de producción y a la producción misma, y debido también a que el costo real de un mantenimiento de emergencia es mayor que uno planeado.
- **Tecnologías de diagnóstico.** Antes de la creación de tecnologías para evaluar la condición del equipo, los operadores y el personal de mantenimiento acostumbraban confiar en sus propios sentidos: tacto (temperatura, vibración, desgaste); olfato (temperatura, contaminación); vista (vibración, temperatura, alineación); oído (ruido, vibración, cavitación, desgaste); gusto (contaminación); y ese sexto sentido, muy valioso a la hora de inspeccionar. El objetivo de la inspección era buscar una señal de falla inminente, de manera que la reparación pudiera planearse, programarse y completarse para minimizar el impacto en las

operaciones y el costo total. La dificultad clave en el empleo de los sentidos humanos es la subjetividad en la recopilación de los datos y su interpretación, así como en la cantidad de tiempo disponible para reaccionar después que se determina la condición. Las tecnologías de diagnóstico se han extendido en todos los sectores industriales durante las últimas décadas. Las técnicas de mantenimiento basado en las condiciones que se aplican más comúnmente son: el análisis de vibraciones, el análisis de aceites lubricantes, la termografía, el ultrasonido y las tintas penetrantes.

- ✓ **Análisis de vibraciones.** La vibración puede definirse como el movimiento de una masa desde su punto de reposo a lo largo de todas las posiciones y de regreso al punto de reposo, en donde está lista para repetir el ciclo. El tiempo que requiere para esto es su período y el número de repeticiones de este ciclo en un tiempo, es su frecuencia. La severidad de la vibración se determina por la amplitud, o el máximo movimiento de su velocidad pico y de su aceleración pico. El análisis de vibraciones en el monitoreo de condiciones se realiza comparando las características de las vibraciones de la operación actual con respecto a una línea de referencia, la cual se midió cuando se sabía que la máquina estaba operando normalmente. La selección de los parámetros específicos a medir depende principalmente de la frecuencia de la vibración. Las técnicas para el análisis de vibraciones pueden utilizarse para vigilar el rendimiento del equipo mecánico que gira, o cuando tiene otras acciones dinámicas. Entre los ejemplos se incluyen: Cajas de engranes, los rodamientos, motores, bombas, ventiladores, turbinas, transmisiones de banda o cadena, compresores, generadores, transportadores, etc.

- ✓ **Análisis de lubricantes.** Cuando se analiza el aceite de una máquina, existen varias técnicas diferentes que pueden aplicarse para determinar la composición química del aceite y buscar materiales extraños en él. La ferrografía y la detección de virutas magnéticas examinan partículas de desgaste con base de hierro en los aceites lubricantes para determinar el tipo y grado del desgaste, y pueden ayudar a señalar el componente específico que se está desgastando. El análisis espectrométrico del aceite mide la presencia y cantidad de contaminantes en el aceite mediante el espectrómetro de emisión atómica u absorción, es útil para

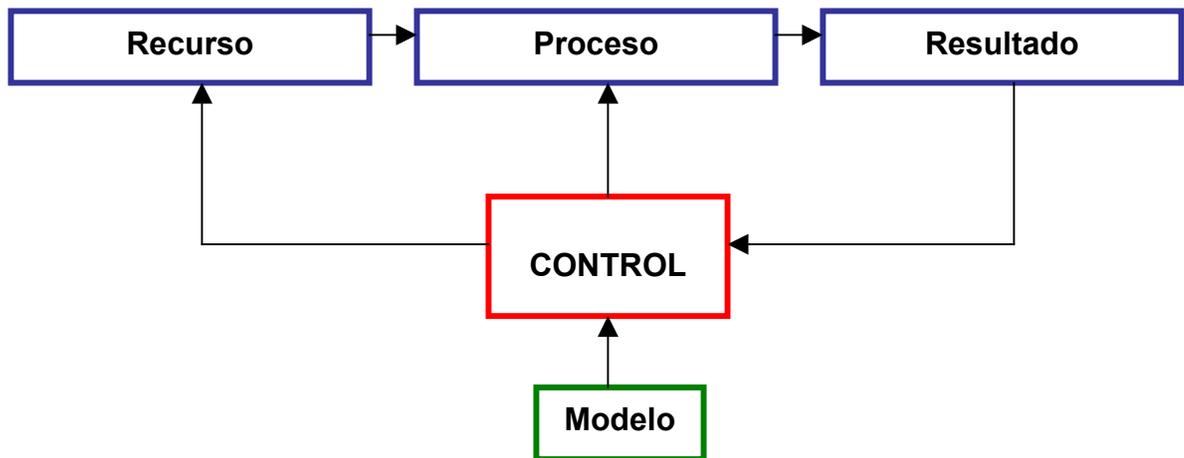
determinar la presencia no solo de hierro, sino también de otros elementos metálicos y no metálicos, que pueden estar relacionados con la composición de las diversas partes de la máquina, como rodamientos, cojinetes, anillos de pistones, etc. Es útil cuando las partículas de desgaste están siendo generadas inicialmente en las primeras etapas de la falla, ya que dichas partículas son pequeñas. La cromatografía mide los cambios en las propiedades de los lubricantes, incluyendo la viscosidad, punto de inflamación, PH, contenido de agua y fracción insoluble, mediante la absorción y análisis selectivos.

- ✓ **Termografía.** Los usos más comunes de la termografía, que mide la temperatura superficial mediante la medición de radiación infrarroja, son los de determinar desgaste de refractario en hornos y determinar conexiones eléctricas deficientes.
- ✓ **Ultrasonido.** Existen varias técnicas para las pruebas de ultrasonido, pero todas ellas se emplean para determinar fallas o anomalías en soldaduras, recubrimientos, tuberías, tubos, estructuras, etc. Las grietas, huecos, erosión, corrosión e inclusiones se descubren transmitiendo pulsos u ondas de ultrasonido a través del material y evaluando la marca resultante para determinar la ubicación y severidad de la discontinuidad.
- ✓ **Tintas penetrantes.** Los tintes líquidos se utilizan para detectar grietas y discontinuidades en superficies, provocadas en la manufactura por desgaste, fatiga, procedimientos de mantenimiento y reparación general, corrosión o desgaste general por agentes atmosféricos. Se aplica el penetrante y se permite que penetre en las anomalías. La superficie se limpia y así el penetrante se revela mediante técnicas visuales, fluorescentes o electrostáticas.

2.1.10 Control del mantenimiento. El control del mantenimiento, como cualquier otro control, se basa en comparar. Para poder establecer comparaciones es necesario por lo tanto, la existencia de un modelo al que hacer referencia. La desviación de los resultados respecto de este modelo nos indicará el grado de efectividad que tiene el departamento de mantenimiento.

- **Control de la eficacia, eficiencia y efectividad.** Es necesario tener un control que indique cómo se está llevando el mantenimiento de una empresa, (véase figura 15).

Figura 15. Controles de mantenimiento



- **Eficacia del departamento de mantenimiento.** Para controlar el campo de los resultados se debe medir la eficacia del departamento de mantenimiento, aquí se generan acciones sobre los recursos o los procesos, cuando los resultados obtenidos sean diferentes a los esperados. Para realizar esta medición se utilizan indicadores de gestión como son: **la disponibilidad y la mantenibilidad** de los recursos. Cabe anotar que al medir la eficacia se mide si se logró o no una meta propuesta, sin tomar en cuenta el costo para realizar esta labor, por ejemplo; si se quiere aumentar la disponibilidad de un 80% a un 90% de una inyectora, estos índices de gestión medirán si se cumplió el objetivo de subir al 90% o no, sin importar su costo.
- **Eficiencia del departamento de mantenimiento.** Dado que el presupuesto de mantenimiento es limitado, es necesario medir la eficiencia del mantenimiento, que indica si se logró el objetivo propuesto, pero relacionando el costo para realizar este objetivo. Indicadores de este tipo podrían ser horas-hombre de

mantenimiento, respecto a la disponibilidad del equipo, o bien los costos de mantenimiento, frente al tiempo medio de buen funcionamiento del equipo. Por ejemplo, el objetivo es reducir la relación horas-hombre / disponibilidad de la inyectora , donde se ve claramente que se quiere buscar una solución pero tomando en cuenta el costo para realizarlo.

- **Efectividad de un departamento de mantenimiento.** Se entiende por esto cuando se logra combinar los conceptos de efectividad y eficacia, es decir lograr el objetivo propuesto con el menor costo posible. El indicador en este tipo es finalmente el costo total causado por las labores de mantenimiento en la empresa.
- **Índices de gestión.** Los principales índices de gestión son: disponibilidad, confiabilidad, y mantenibilidad.
 - **Mantenibilidad:** Es la probabilidad de que un equipo, que salió de las condiciones óptimas del servicio para realizar el trabajo, vuelva en un tiempo determinado a restablecer las condiciones óptimas de servicio para el cual fue adquirido. La mantenibilidad se conoce como el tiempo medio de reparación o TMDR.

$$\text{TMDR} = \text{Tiempo fuera de servicio} / \text{Número de paradas}$$

Donde :

- TMDR : Tiempo medio de reparación.
 - Tiempo fuera de servicio: Es el tiempo total durante el cual el recurso no está disponible por causa de alguna avería.
 - Número de paradas: Es la cantidad de paradas.
- **Confiabilidad:** Es la probabilidad de que un equipo, pueda mantenerse en servicio, durante un tiempo determinado. La

confiabilidad se conoce como el tiempo medio entre fallas o TMEF.

$$\text{TMEF} = \text{Tiempo real trabajado} / \text{Número de paradas}$$

Donde:

- TMEF: Tiempo medio entre fallas.
 - Tiempo real trabajado: Es el tiempo deseado para que el recurso estuviera trabajando, menos el tiempo que el recurso duró parado a causa de fallas presentadas.
 - Número de paradas: Es la cantidad de paradas.
- **Disponibilidad:** Es la probabilidad de que un recurso, se encuentre trabajando o apto para trabajar en condiciones óptimas de operación, dentro de un período de tiempo que se hubiere querido producir.

$$D = \text{Tiempo real trabajado} / \text{Tiempo deseado}$$

Donde:

- D : Disponibilidad del recurso
- Tiempo real trabajado: Es el tiempo deseado para que el recurso estuviera trabajando, menos el tiempo que el recurso duró parado a causa de fallas presentadas.
- Tiempo deseado: Es el tiempo que se espera el equipo esté trabajando, es decir el tiempo de producción del recurso sin anomalías.

La disponibilidad también se puede expresar como:

$$D = \text{TMEF} / (\text{TMEF} + \text{TMDR})$$

Donde :

- D : Disponibilidad del recurso
- TMEF: Tiempo medio entre fallas.
- TMDR: Tiempo medio de reparación.

2.1.11 Tribología y lubricantes. Tribología es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación.

- **Fricción o rozamiento.** Es la fuerza que evita o retarda el movimiento de dos superficies cuando se desliza una sobre otra debido a la fricción.
 - **Causa:** El micro rugosidad de las superficies que se ponen en contacto.
 - **Consecuencias :**
 - ✓ Pérdida de potencia, disminución en la producción
 - ✓ Generación de calor.
 - ✓ Aumento del desgaste mecánico
 - ✓ Disminución de la vida útil de la maquinaria
- **Funciones de los lubricantes**

- **Lubricantes.** Productos que reducen la fricción minimizando el desgaste porque forman una película que separa las superficies.
 - **Separar las superficies.** La separación depende directamente de la viscosidad.
 - ✓ Muy alta viscosidad => Mayor separación => Mayor dificultad de movimiento
 - ✓ Muy baja viscosidad => No hay separación => Desgaste
 - **Refrigerar la máquina.** Características que debe tener el lubricante:
 - ✓ Debe tener una buena capacidad de refrigeración.
 - ✓ Capacidad de refrigeración: Mayor o menor cantidad de calor que se pueda retirar en un lapso de tiempo.
 - ✓ Debe tener la fluidez adecuada.
 - ✓ Debe resistir a la oxidación ocasionada por las altas temperaturas.
 - **Controlar los contaminantes**
- **Tipos de lubricación:** Estos son:
 - **Lubricación hidrostática.** Debido a una circulación forzada de aceite a presión, desde una fuente externa (bomba), se produce el flujo del lubricante que separa las superficies.
 - **Lubricación hidrodinámica.** La lubricación se efectúa porque se crea una película en forma de cuña que genera una presión hidrodinámica que equilibra las cargas sobre los elementos en movimiento.

2.1.12 Análisis de equipos críticos por el método de los factores ponderados.¹¹ El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y jerarquizar por su importancia los elementos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En otras palabras, el análisis de criticidad ayuda a determinar eventos potenciales indeseados, en el contexto de la confiabilidad operacional como: La capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente) para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico en un tiempo determinado.

El término crítico y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. Desde ésta óptica existen una gran diversidad de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización:

- ✓ Flexibilidad operacional (disponibilidad de función alterna o de respaldo)
- ✓ Efecto en la continuidad operacional / capacidad de producción
- ✓ Efecto en la calidad del producto
- ✓ Efecto en la seguridad, ambiente e higiene
- ✓ Costo de paradas y del mantenimiento
- ✓ Frecuencia de fallas / confiabilidad
- ✓ Condiciones de operación (temperatura, presión, fluido, caudal, velocidad)
- ✓ Flexibilidad / accesibilidad para inspección & mantenimiento
- ✓ Requerimientos / disponibilidad de recursos para inspección y mantenimiento
- ✓ Disponibilidad de repuestos

- **Modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del riesgo.** Éste método fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: The Woodhouse Partnership Limited. Éste es un método semicuantitativo bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo:

¹¹ GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento, pg. 67,68

Frecuencia de fallas x Consecuencias.

A continuación se presenta de forma detallada la expresión utilizada para jerarquizar sistemas:

$$\text{Críticidad total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencias de Fallas}$$

Frecuencia = Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)

Consecuencias = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos de Mtto. + Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene)

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:

Tabla 3. Factores ponderados a ser evaluados.

$$\text{Críticidad Total} = \text{Frecuencia de fallas} \times \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = ((\text{Impacto Operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo Mtto.} + \text{Impacto SAH})$$

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|--|---|--|---|--|---|---|--|---|-----------------------------------|---|---|---|--|---|---|---|
| <p>Frecuencia de Fallas:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Pobre mayor a 2 fallas/año</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Promedio 1 - 2 fallas/año</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>Buena 0.5 -1 fallas/año</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Excelente menos de 0.5 falla/año</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table> | Pobre mayor a 2 fallas/año | 4 | Promedio 1 - 2 fallas/año | 3 | Buena 0.5 -1 fallas/año | 2 | Excelente menos de 0.5 falla/año | 1 | <p>Costo de Mtto.:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Mayor o igual a 20000 \$</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Inferior a 20000 \$</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table> | Mayor o igual a 20000 \$ | 2 | Inferior a 20000 \$ | 1 | | | | | | |
| Pobre mayor a 2 fallas/año | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Promedio 1 - 2 fallas/año | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Buena 0.5 -1 fallas/año | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Excelente menos de 0.5 falla/año | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mayor o igual a 20000 \$ | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inferior a 20000 \$ | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Impacto Operacional:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Pérdida de todo el despacho</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td>Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td>Impacta en niveles de inventario o calidad</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table> | Pérdida de todo el despacho | 10 | Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas. | 7 | Impacta en niveles de inventario o calidad | 4 | No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción | 1 | <p>Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>Afecta el ambiente /instalaciones</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td>Afecta las instalaciones causando daños severos</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>Provoca daños menores (ambiente - seguridad)</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table> | Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización | 8 | Afecta el ambiente /instalaciones | 7 | Afecta las instalaciones causando daños severos | 5 | Provoca daños menores (ambiente - seguridad) | 3 | No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente | 1 |
| Pérdida de todo el despacho | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas. | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Impacta en niveles de inventario o calidad | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Afecta el ambiente /instalaciones | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Afecta las instalaciones causando daños severos | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Provoca daños menores (ambiente - seguridad) | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Flexibilidad Operacional:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>No existe opción de producción y no hay función de repuesto.</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td>Hay opción de repuesto compartido/almacen</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Función de repuesto disponible</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table> | No existe opción de producción y no hay función de repuesto. | 4 | Hay opción de repuesto compartido/almacen | 2 | Función de repuesto disponible | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| No existe opción de producción y no hay función de repuesto. | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hay opción de repuesto compartido/almacen | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Función de repuesto disponible | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Estos factores se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Una vez se evalúan en consenso cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la fórmula de criticidad total y se obtiene el valor global de criticidad.

El máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados es 200.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad (Ver tabla 4) – valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X. La matriz de criticidad mostrada a continuación permite jerarquizar los sistemas en tres áreas:

- ✓ Área de sistemas No Críticos (NC)
- ✓ Área de sistemas de Media Criticidad (MC)
- ✓ Área de sistemas Críticos (C)

Tabla 4. Matriz general de criticidad

| | | | | | | |
|--|----------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| F R E C U E N C I A | 4 | MC | MC | C | C | C |
| | 3 | MC | MC | MC | C | C |
| | 2 | NC | NC | MC | C | C |
| | 1 | NC | NC | NC | MC | C |
| | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| | | CONSECUENCIA | | | | |

2.2 GENERALIDADES NORMA ISO 9000 VERSIÓN 2000

La organización internacional de normalización, es una federación mundial de organismos nacionales de normalización, quienes se encargan de la elaboración de las diferentes normas internacionales que regularan cada uno de los aspectos de la vida industrial de un país, la preparación de dichas normas normalmente se realizan a través de comités técnicos, quienes redactan un borrador final de norma estándar internacional (FDIS), que luego es enviado a los diferentes organismos miembros para votación, la norma es aprobada si por lo menos el 75% de los organismos miembros la aprueban.

2.2.1 Estructura de la familia de normas ISO 9000:2000. La familia de normas ISO 9000 se divide en: (véase figura 16).

- **ISO 9001:** Sistema de gestión de la calidad. Requisitos.
- **ISO 9000:** Sistema de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.
- **ISO 9004:** Sistema de gestión de la calidad. Recomendaciones para mejora de desempeño.

Figura 16. Estructura familia de normas ISO 9000:2000



2.2.2 Sistema de gestión de la calidad ISO 9000. Un sistema de gestión de la calidad es la forma como la organización realiza la gestión empresarial asociada con la calidad. En términos generales, consta de la estructura organizacional junto con la documentación, procesos y recursos que se emplean para alcanzar los objetivos de calidad y cumplir con los requisitos del cliente. Un sistema de gestión de la calidad ISO 9000 es el que se implementa sobre la versión actualizada de la norma de requisitos es decir la ISO 9001: 2000

2.2.3 Tipos de documentos utilizados en un sistema de gestión de calidad.¹² Los siguientes tipos de documentos son utilizados en los sistemas de gestión de la calidad:

- Manual de calidad: Documentos que proporcionan información coherente, interna y externamente, acerca del sistema de gestión de la calidad de la organización.
- Plan de calidad: Documento que describe cómo se aplica el sistema de gestión de la calidad.
- Especificaciones: Documentos que establecen requisitos.
- Guías: Documentos que establecen recomendaciones o sugerencias.
- Procedimiento, instructivo, planos: Documentos que proporcionan información sobre cómo efectuar las actividades y los procesos de manera coherente.
- Registros: Documentos que proporcionan evidencia objetiva de las actividades realizadas, o resultados obtenidos.

2.2.4 Norma ISO 9000:2000. Está norma trata principalmente sobre los fundamentos y el vocabulario utilizado en la familia de normas ISO.

- Principios de gestión de la calidad. Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que esta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se han identificado "ocho principios de gestión de la calidad"¹³ que son utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización a la mejora del desempeño; estos son:
- Enfoque al cliente: Los clientes son lo más importante para la organización y esta se debe esforzar en suplir sus requisitos actuales y futuros.

¹² Norma técnica colombiana. NTC ISO 9000. ICONTEC: 2000.

¹³ Norma técnica colombiana. NTC ISO 9000. ICONTEC: 2000.

- Liderazgo: Los líderes establecen la unidad y la orientación de la organización, y crean mecanismos para que todas las personas de la organización se vinculen a lograr alcanzar los objetivos de la organización.
- Participación del personal: El personal es la esencia de toda organización y su compromiso facilita que la organización se beneficie de sus habilidades.
- Enfoque basado en procesos: Cualquier actividad o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar entradas en salidas puede considerarse como un proceso. La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacción de estos procesos, así como su gestión puede denominarse enfoque basado en procesos.
- Enfoque de Sistema para la gestión: Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y la eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.
- Mejora Continua: Esta debería ser un objetivo permanente de la organización.
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisión: Las decisiones deben ser tomadas después de analizar datos e información pertinente.
- Relación mutuamente beneficiosa con el proveedor: Una organización y sus proveedores son interdependientes y una relación beneficiosa mutua, ayuda a que ambos tiendan a crear valor.

2.2.5 Vocabulario. Las definiciones más importantes que se deben tener en cuenta son:¹⁴

- Organización: Conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades, y relaciones, ejemplo una empresa, compañía etc.

¹⁴ Norma técnica colombiana. NTC ISO 9000. ICONTEC: 2000.

- Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
- Producto: Resultado de un proceso.
- Cliente: Organización o persona que recibe un producto.
- Proveedor: Organización o persona que proporciona un producto.

2.2.6 Norma ISO 9001:2000. Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad.. Estos requisitos tienen su principio en un enfoque basado en procesos, y son los aspectos a auditar por el ente certificador como BUREAU VERITAS y el ICONTEC, al momento de realizar la auditoria de certificación. Aquí solo se especificaran aquellos requisitos que afecten directamente al departamento de mantenimiento.

Ítem 1: Objetivo y campo de aplicación.

Ítem 2: Referencias normativas.

Ítem 3: Términos y definiciones.

Ítem 4: Sistema de gestión de la calidad.

- **Ítem 4.1: Requisitos generales.** "establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión de la calidad debe:
 - a) Identificar los procesos necesarios
 - b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos,
 - c) criterios y métodos para asegurarse de que la operación y el control sean eficaces,
 - d) disponibilidad de recursos e información
 - e) seguimiento, la medición y el análisis
 - f) acciones para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua
- Ítem 4.2: Requisitos de documentación.
 - 4.2.1 Generalidades
 - 4.2.2 Manual de la calidad
 - 4.2.3 Control de documentos.** "procedimientos que definan los controles necesarios para:

- a) aprobar los documentos
- b) revisar y actualizar los documentos
- c) identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos,
- d) versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso,
- e) permanecen legibles y fácilmente identificables,
- f) identifican los documentos de origen externo y se controla su distribución
- g) prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos"

3.2.4 Control de registros. Los registros deben establecerse y mantenerse para proporcionar evidencia de la conformidad. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

Ítem 5: Responsabilidades de la dirección

- Ítem 5.1: Compromiso de la Dirección
- Ítem 5.2: Enfoque al cliente
- Ítem 5.3: Política de calidad
- Ítem 5.4: Planificación
 - 4.2.1 Objetivos de la calidad.** Asegurarse de que los objetivos de la calidad, se establecen en funciones y niveles pertinentes dentro de la organización. Los objetivos de la calidad deben ser medibles y coherentes con la política de la calidad.
- Ítem 5.5: Responsabilidad, Autoridad y Comunicación
 - 5.5.1 Responsabilidad y autoridad.** Asegurarse de que las responsabilidades y autoridades están definidas y son comunicadas dentro de la organización.
- Ítem 5.6: Revisión por la dirección

Ítem 6: Gestión de los recursos.

- Ítem 6.1: Provisión de recursos
- Ítem 6.2: Recursos humanos.
- **Ítem 6.3: Infraestructura.** La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye, cuando sea aplicable: Edificios, espacio de trabajo y servicios

ajuiciados, equipo para los procesos, servicio de apoyo tales como transporte y comunicación.

- Ítem 6.4 : Ambiente de trabajo.

Ítem 7: Realización del producto.

- Ítem 7.1: Planificación de la realización del producto
- Ítem 7.2: Procesos relacionados con el cliente
- Ítem 7.3: Diseño y desarrollo
- Ítem 7.4: Compras
 - 7.4.1 Proceso de compras.** "La organización debe asegurarse de que el producto adquirido cumple los requisitos de compra especificados. La organización debe evaluar y seleccionar los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización."
- Ítem 7.5: Producción y prestación del servicio
 - 7.5.1 Control de la producción y de la prestación del servicio
 - 7.5.2 **Validación de los procesos de producción y de la prestación del servicio.** "La organización debe validar aquellos procesos de producción y de prestación del servicio donde los productos resultantes no puedan verificarse mediante actividades de seguimiento o mediciones posteriores. La validación debe demostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planificados.
 - a) los criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos,
 - b) la aprobación de equipos y calificación del personal,
 - c) el uso de métodos y procedimientos específicos,
 - d) los requisitos de los registros
 - e) la revalidación."
- Ítem 7.6: Control de los dispositivos de seguimiento y medición

Ítem 8: Medición análisis y mejora.

- Ítem 8.1: Generalidades
- Ítem 8.2: Seguimiento y medición
 - 8.2.1 Satisfacción del cliente
 - 8.2.2 Auditoria interna
 - 8.2.3 Seguimiento y medición de procesos.** La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento y la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados

planificados. Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto.

- Ítem 8.3: Control de producto no conforme
- **Ítem 8.4 Análisis de datos.** "La organización debe determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia y para evaluar donde puede realizarse la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión de la calidad.
 - a) la satisfacción del cliente
 - b) la conformidad con los requisitos de] producto
 - c) las características y tendencias de los procesos y de los productos, incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas, y
 - d) los proveedores."

- **Ítem 8.5 Mejora**
 - 8.5.1 Mejora continua.** La organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorias, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.
 - 8.5.2 Acción correctiva.** "La organización debe tomar acciones para eliminar, la causa de no conformidades con objeto de prevenir que vuelva a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:
 - a) revisar las no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes),
 - b) determinar las causas de las no conformidades,
 - c) evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurarse de que las no conformidades no vuelvan a ocurrir,
 - d) determinar e implementar las acciones necesarias,
 - e) registrar los resultados de las acciones tomadas
 - f) revisar las acciones correctivas tomadas."
 - 8.5.3 Acción preventiva.** "La organización debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:
 - a) determinar las no conformidades potenciales y sus causas,

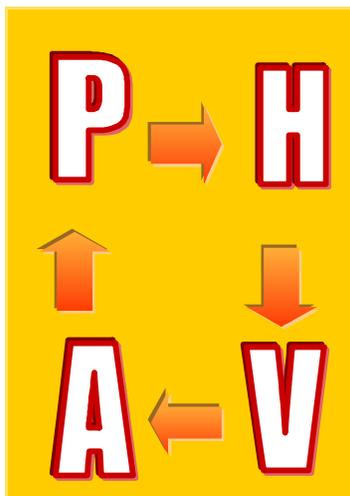
- b) evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades,
- c) determinar e implementar las acciones necesarias,
- d) registrar los resultados de las acciones tomadas
- e) revisar las acciones preventivas tomadas."

2.2.7 Norma ISO 9004:2000. Esta norma internacional proporciona directrices que van más allá de los requisitos establecidos en la norma ISO 9001:2000, con el fin de considerar tanto la eficacia, como la eficiencia de un sistema de gestión de la calidad y por lo tanto el potencial de mejora del desempeño de la organización.

2.2.8 Ciclo PHVA. Este ciclo es un modelo de gestión para la gerencia de procesos de una compañía, este ciclo también es llamado el ciclo Deming el cual contempla cuatro etapas definidas así: (Ver figura 17).

- **Planificación:** Consiste en establecer los objetivos y los procesos necesarios para cumplir requisitos especificados
- **Ejecución:** Consiste en implementar las actividades definidas para cada proceso
- **Control – Verificación:** Consiste en la medición de los procesos y productos respecto a los parámetros establecidos, informando los resultados de las mediciones para su análisis.
- **Ajuste y toma de decisión:** Consiste en tomar acciones basadas en el seguimiento y la conclusión del análisis de los resultados obtenidos, para mejorar el desempeño de los procesos.

Figura 17. Secuencia Ciclo PHVA



2.2.9 Documentación en un sistema de gestión de calidad. Los documentos son el soporte de un Sistema de gestión de calidad, a través de ellos se estandarizan los procesos y se da evidencia de la gestión realizada. El control de los documentos se hace por medio de la Lista Maestra de Documentos y Registros, en la cual se especifica el nombre y origen de los documentos, fecha de actualización, última revisión, tiempo de retención, forma de recuperación y distribución de los mismos. Una estructura documental típica de un sistema de gestión de calidad se presenta en la figura 18.

Figura 18. Pirámide Documental



3. PROPUESTA O PLANTEAMIENTO DEL MODELO

En el presente capítulo se muestra la situación actual del programa de mantenimiento de SUPERPOLO S.A., destacando sus fortalezas y debilidades. Paralelamente se plantea un programa de mantenimiento preventivo que va de acuerdo a los requisitos de la norma ISO 9001 versión 2000.

3.1 EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL. El programa que actualmente se está ejecutando en SUPERPOLO S.A. tiene las siguientes fortalezas y debilidades:

- **FORTALEZAS:**

- Apoyo por parte de la gerencia y en especial por el sistema de gestión de calidad
- Se tiene hoja de vida por equipo
- Existe un cronograma de mantenimiento

- **DEBILIDADES :**

- No se cumple el cronograma de mantenimiento establecido.
- Se está ejecutando un programa de mantenimiento netamente correctivo.
- No se realiza medición al proceso, no se realizan acciones preventivas ni de mejora continua.
- No se tiene identificado la interacción entre mantenimiento y los demás procesos de la compañía.
- No se identifican los equipos existentes, ni hay un método estandarizado para esta identificación.
- No se clasifican los equipos por la criticidad que tienen en el proceso productivo.
- No se tiene estandarizado las principales labores de mantenimiento solamente se cuenta con la experiencia de los

técnicos, además aspectos de seguridad industrial no se consideran.

- No se realiza seguimiento ni calificación a proveedores contratados externamente

3.2 REQUISITOS DE LA ISO 9001 VERSIÓN 2000 PARA MANTENIMIENTO.

Para definir el programa de mantenimiento más adecuado es necesario definir primero el mapa de procesos de la compañía y la interacción entre procesos.

3.2.1 Mapa de procesos. El enfoque para la implementación de la norma ISO 9001 exige que la empresa debe identificar los procesos necesarios y definir un mapa de procesos donde se identifique la interacción entre estos, cabe anotar que el proceso de mantenimiento se definió como un proceso de apoyo. El mapa de procesos de SUPERPOLO S.A., fue desarrollado por el departamento de calidad de SUPERPOLO S.A. (Ver figura 19)

3.2.2 Interacción entre procesos. Una vez definido el mapa de procesos, se debe identificar la interacción entre cada uno de estos, para el presente trabajo y como primera etapa para especificar el programa de mantenimiento más adecuado para SUPERPOLO S.A., se definió conjuntamente con los demás procesos de la compañía la caracterización del proceso de mantenimiento, donde se establece la interacción entre mantenimiento y los demás procesos de la compañía, teniendo en cuenta el ciclo PHVA¹⁵ (Ver figura 17)

3.3 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

En este capítulo se describen cada uno de los componentes del programa de mantenimiento que dará solución a las necesidades de SUPERPOLO S.A.

¹⁵ Ver capítulo 2 numeral 2.2.8

Figura 19. Mapa de Proceso SUPERPOLO S.A.



Figura tomada del manual de calidad de SUPERPOLO S.A.

Figura 20. Caracterización del proceso de mantenimiento de SUPERPOLO S.A.

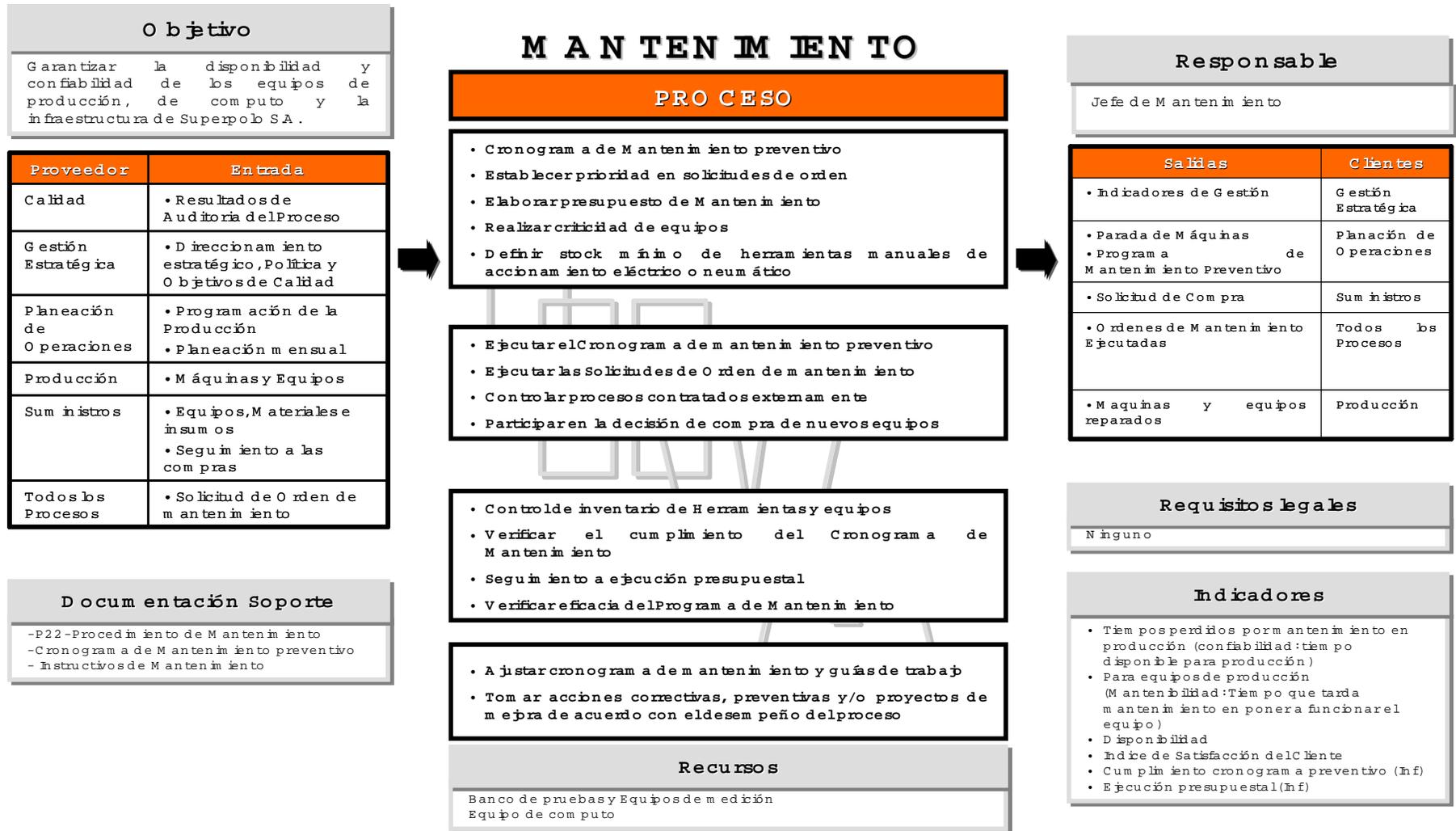


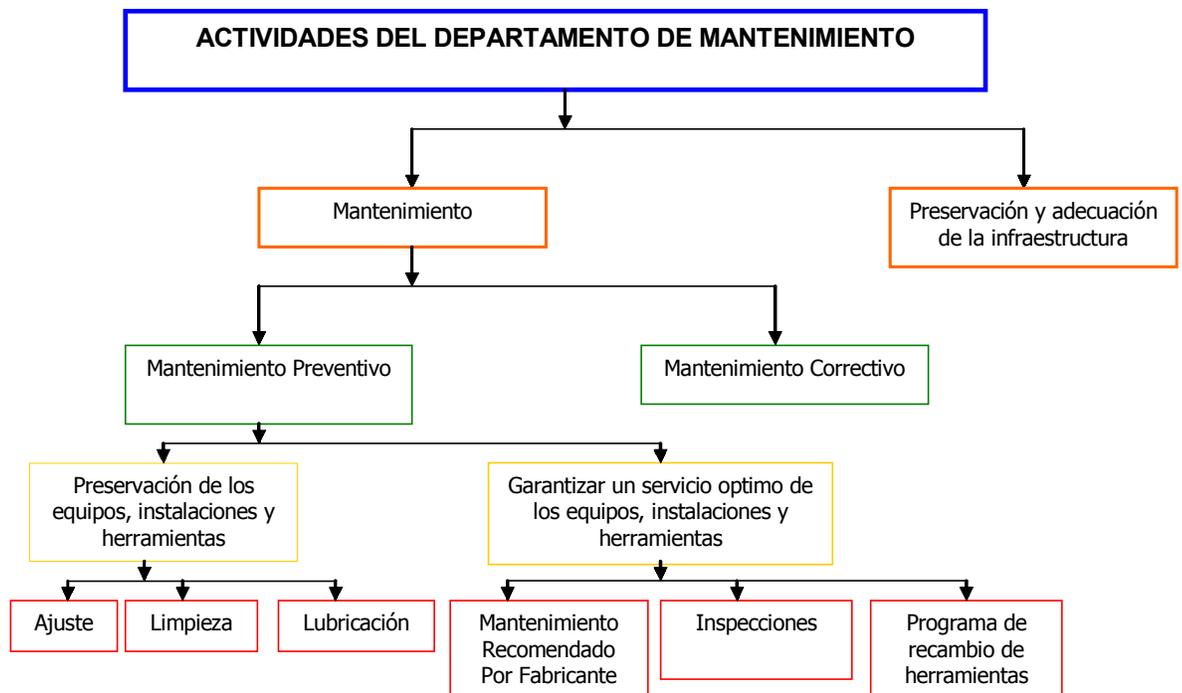
Figura tomada del manual de calidad de SUPERPOLO S.A.

El programa de mantenimiento está basado en un procedimiento de mantenimiento e instructivos, que permiten de una manera simple garantizar el cumplimiento de las labores de preservación y aseguramiento del servicio que presta cada uno de los equipos de SUPERPOLO S.A..

3.3.1 Procedimiento de mantenimiento P22: Este es un documento donde está consignado el enfoque del programa de mantenimiento, así como la coordinación de los trabajos de mantenimiento. Este procedimiento se identifica como P22 mantenimiento, se oficializó el 10 de abril de 2004. Ver anexo A

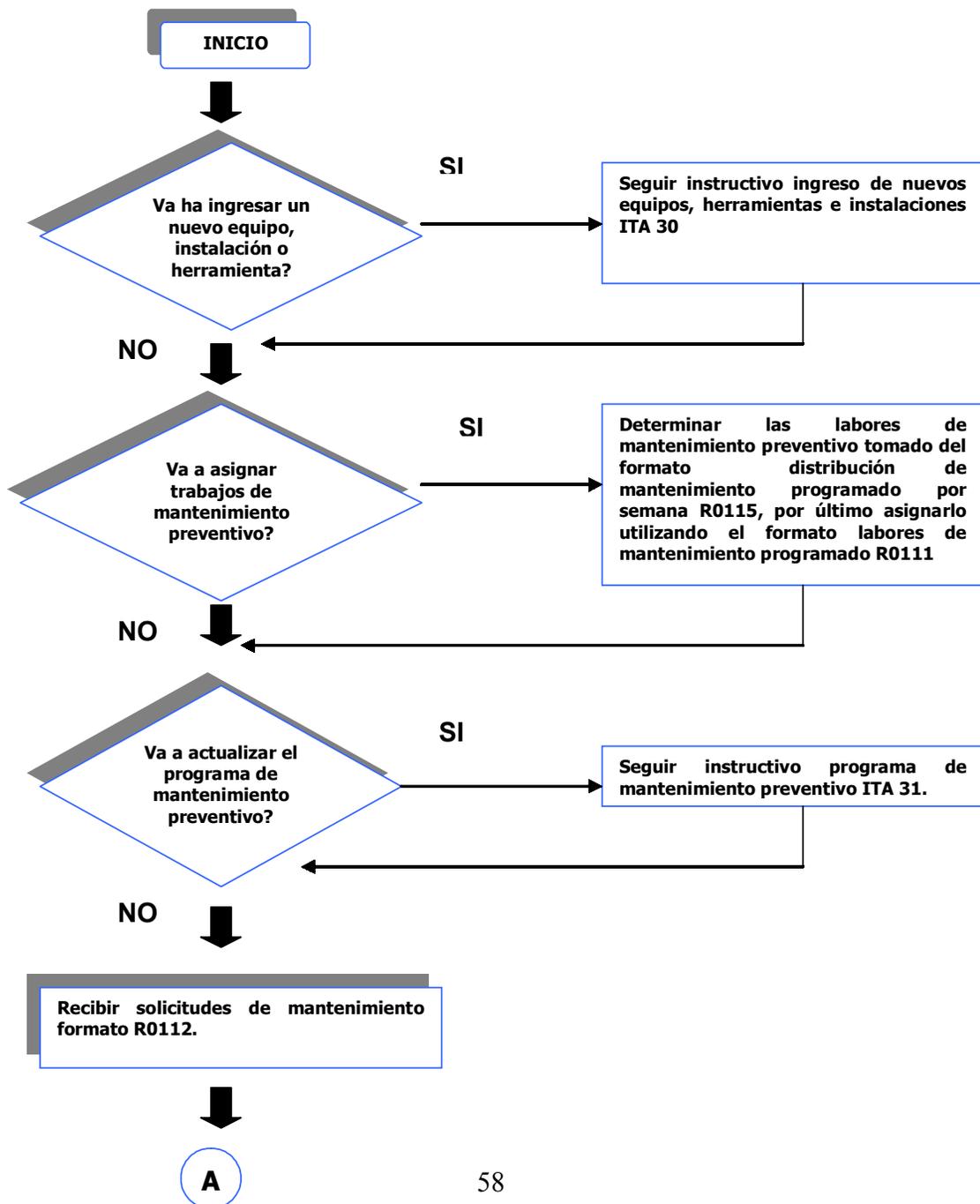
- **Enfoque.** El departamento de mantenimiento esta enfocado en dos actividades primordiales que debe desarrollar. La primera actividad esta relacionada con las labores de mantenimiento que se deben realizar en los equipos, instalaciones y herramientas de la empresa, donde la preservación, así como el aseguramiento de la calidad del servicio que prestan cada uno de estos en el proceso productivo es la prioridad. Por otro lado el departamento de mantenimiento debe satisfacer las necesidades de adecuación y preservación de la infraestructura para garantizar finalmente el cumplimiento de los requisitos del producto ofrecidos por la empresa. (Ver figura 21)

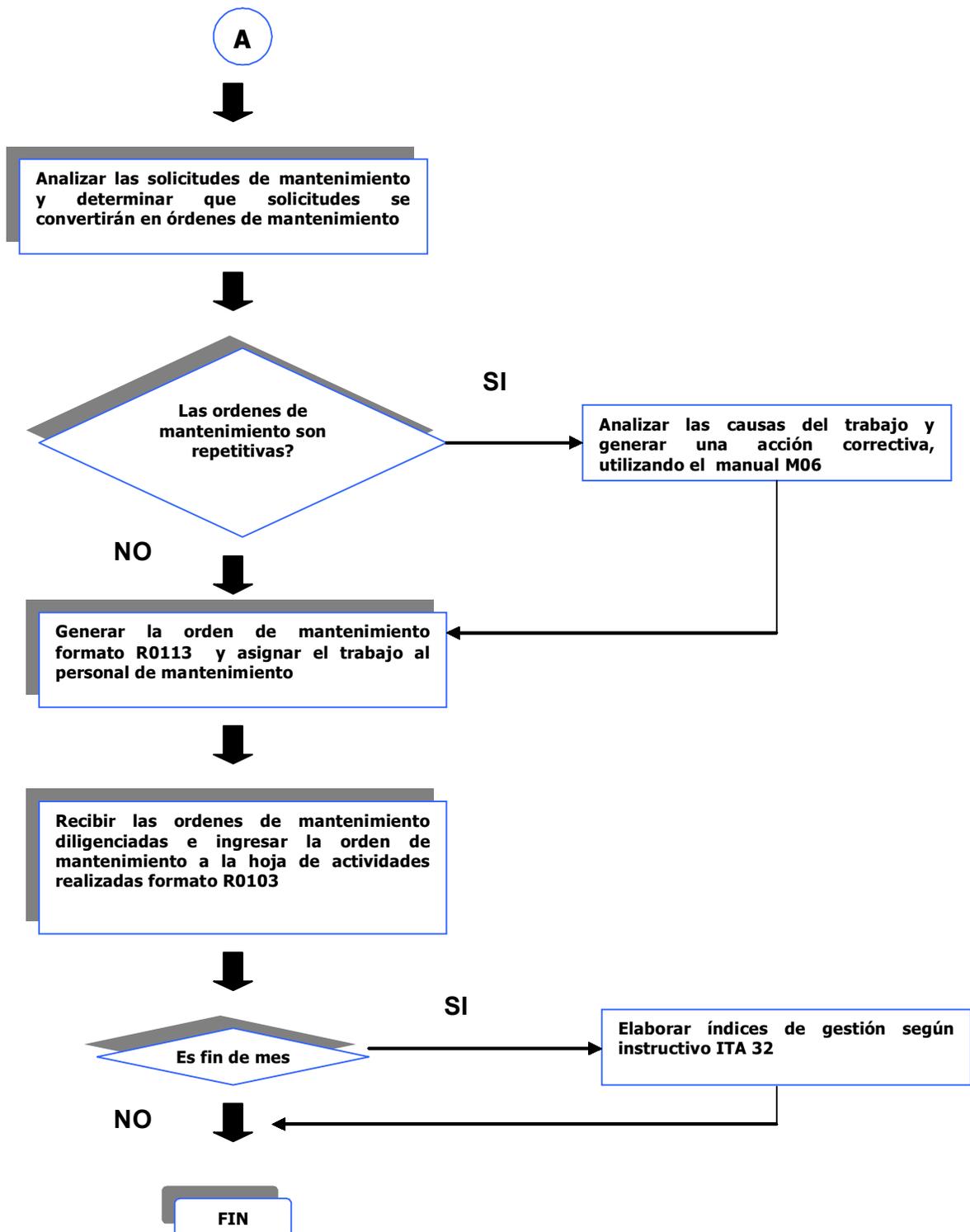
Figura 21. Actividades del departamento de mantenimiento.



- **Coordinación de los trabajos de mantenimiento.** Para la coordinación de los trabajos de mantenimiento, se elaboraron una serie de instructivos, los cuales explican paso a paso como realizar el mantenimiento a todos los equipos, instalaciones y herramientas de la empresa. Los pasos a seguir, así como su instructivo y formatos relacionados, se encuentran en el siguiente diagrama de flujo. (Figura 22)

Figura 22. Diagrama de flujo coordinación de los trabajos de mantenimiento.





Nota 1: En caso que el daño reportado sea de una herramienta manual, verificar el cronograma de recambio de la herramienta antes de realizar la reparación.

- **Coordinación de los trabajos de preservación y adecuación de la infraestructura.** Para la coordinación de los trabajos de preservación y adecuación de la infraestructura, es necesario realizar una solicitud directa y el trabajo debe ser evaluado por el jefe de mantenimiento y en caso de su aceptación se debe generar una orden de mantenimiento.

3.3.2 Instructivos de mantenimiento. Este es un documento donde se especifican paso a paso las tareas principales para la implementación del programa de mantenimiento los instructivos que se desarrollaron son los siguientes:

- **Instructivo ingreso de nuevos equipos, herramientas e instalaciones:** Este instructivo se identifica como ITA 30 (Instructivo administrativo), se oficializo el 8 de marzo de 2004 y es la primera versión. En este instructivo se especifica la manera como se debe ingresar un nuevo equipo, herramienta o instalación al programa de mantenimiento, así como también se especifica la manera como se codifican los equipos y como se realiza la criticidad de los mismos. Ver Anexo B.
- **Instructivo programa de mantenimiento preventivo:** Este instructivo se identifica como ITA 31 (Instructivo administrativo), se oficializo el 8 de marzo de 2004 y es la primera versión. En este instructivo se especifica la manera como se deben diligenciar los formatos de programación de mantenimiento preventivo a equipos, herramientas e instalaciones. Ver Anexo C.
- **Instructivo indicadores de gestión:** Este instructivo se identifica como ITA 32 (Instructivo administrativo), se oficializo el 8 de marzo de 2004 y es la primera versión. En este instructivo se enumeran cada uno de los indicadores de gestión utilizados para realizar la medición, análisis y mejora del proceso de mantenimiento, así como también se especifica la manera como se calculan cada uno de ellos. Ver anexo D.

3.3.3 Manual de solución de problemas. Este manual es diseñado por el departamento de calidad de SUPERPOLO S.A., se identifica como M06, se oficializo el 14 de julio del 2004 y es la primera versión. En este manual se especifican los diferentes métodos para analizar problemas tales como lluvia de ideas, diagrama de pareto entre otros. Ver anexo E.

3.3.4 Sistema de información de mantenimiento. El sistema de información en el departamento de mantenimiento, tiene gran importancia ya que es necesario tener un sistema de codificación de equipos, así como también una serie de formatos, en los cuales se consigne la información necesaria de cada uno de los recursos, información para administrar estos recursos y por último información que de evidencia objetiva de las labores de mantenimiento, y gracias a esto poder tomar decisiones que permitan optimizar la productividad de la empresa, el mismo programa de mantenimiento y reducir costos.

- **Formatos de información general de los recursos.** Los formatos de información general de los recursos, tienen por objeto recopilar información básica de cada uno de los recursos a conservar por el departamento de mantenimiento, así como los datos necesarios para cumplir con las labores de mantenimiento enfocadas a la preservación y aseguramiento de la calidad del servicio que cada uno de los recursos presta. Por otro lado, estos formatos tienen gran importancia ya que una vez diligenciados facilitan el acceso a la información de cada uno de los recursos a conservar por el departamento de mantenimiento. Los formatos diseñados y elaborados para este programa son los siguientes:
 - **Tarjeta maestra de equipos (R0102).** Este es un formato donde se consigna la información general del equipo o componente de instalación a conservar. El objetivo de este formato es el de tener dicha información centralizada, para facilitar su consulta. El formato de tarjeta de información básica se muestra en la figura 23.
 - **Control de actividades realizadas (R0103).** Este es un formato donde se consignan los trabajos realizados mediante órdenes de mantenimiento a los recursos de la empresa y gracias a esto tener un historial del comportamiento de cada uno de ellos. Véase figura 24.

- **Inspecciones mantenimiento preventivo (R0105).** Este es un formato donde se consignan las inspecciones necesarias que se deben realizar en cada uno de los equipos de la empresa para controlar su comportamiento y poderse adelantar a posibles fallas que se puedan presentar, como también garantizar que el recurso siempre preste el servicio para el cual fue adquirido. Véase figura 25.

- **Mantenimiento recomendado por el fabricante (R0106).** Este es un formato donde se consignan todos los trabajos de mantenimiento que son recomendados por el fabricante, para que los equipos e instalaciones de la empresa se mantengan bien preservados y se asegure la calidad del servicio que presta cada uno de ellos. Véase figura 26.

- **Mantenimiento preventivo ajuste, limpieza y lubricación (R0107).** Este es un formato donde se consignan todas las rutinas de lubricación, ajuste y limpieza que se deben realizar, para cierto equipo y así garantizar una optima preservación de este. Véase figura 27.

- **Mantenimiento preventivo instalaciones (R0108).** Este es un formato donde se consignan todas las rutinas que se deben realizar, para cierta instalación y así garantizar una optima preservación de este. Véase figura 28.

Figura 23. Tarjeta maestra de equipos (R0102)

| SUPERPOLO S.A. | | TARJETA MAESTRA DE EQUIPOS | |
|--|--|---|--------------|
| NOMBRE DEL EQUIPO MAQUINA DE APLICACIÓN GEL COAT | | LOCALIZACIÓN FIBRA | |
| | | CÓDIGO 50-014-001 | |
| MODELO MAGNUN VENUS 3500 | | FABRICANTE MAGNUN VENUS | |
| | | PROVEEDOR REPRESENTANTE ANDERCOL S.A. | |
| AÑO FABRICACIÓN JULIO DE 1998 | | NIVEL DE CRITICIDAD | |
| | | ALTO | MEDIO |
| | | BAJO | |
| | | Catalogo Nro: 0001 | |
| CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL EQUIPO | | INSTALACIONES | |
| Se fabrico internamente horno de resistencia para | | Electrica: 120 v Fases: 2 | |
| precalentamiento de gel coat. | | Neumatica: 100 PSI | |
| | | Hidraulica: NO APLICA | |
| | | Gas: NO APLICA | |
| | | | |
| PRINCIPALES REPUESTOS DE MAYOR ROTACION | | | |
| Boquilla aplicación | | | |
| Referencia: Boquilla AR32- Magnun Venus | | | |
| Proveedor: ANDERCOL S.A. | | | |
| Telefono: 6264213 (Bogotá) | | | |
| e-mail: ventas@andercol.com.co | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Figura 25. Inspecciones mantenimiento preventivo (R0105)

SUPERPOLO S.A.

INSPECCIONES MANTENIMIENTO PREVENTIVO

| NOMBRE DEL EQUIPO | CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN | UBICACIÓN |
|--------------------------------|--------------------------|--------------|
| MAQUINA DE APLICACIÓN GEL COAT | 50-014-001 | PLANTA FIBRA |

| RUTINAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO | | | | |
|--|------|---------|---|-----------------|
| FRECUENCIA | ÍTEM | TIEMPO | RUTINA PROGRAMADA | Guía de trabajo |
| DIARIA | 1 | 2 min | Realizar inspección de arco de aspersión, pistola aplicación gel coat | G-0001 |
| | 2 | 2 min | Revisar presión de trabajo sistema de aspersión | |
| | 3 | 1 min | Revisar temperatura horno de aplicación gel coat | |
| SEMANTAL | 1 | 15 min | Revisar estado de las mangueras y tubería en general | G-0002 |
| | 2 | 5 min | Revisar estado del actuador neumático | |
| | | | | |
| TRIMESTRAL | 1 | 15 min. | Revisión estado secador de aire y nivel refrigerante | G-0003 |
| | | | | |
| | | | | |

R0105
08/03/04 Rev.0

Figura 26. Mantenimiento recomendado por el fabricante (R0106)

SUPERPOLO S.A.

MANTENIMIENTO RECOMENDADO POR EL FABRICANTE

| NOMBRE DEL EQUIPO | CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN | SECCIÓN |
|--------------------------------|--------------------------|--------------|
| MAQUINA DE APLICACIÓN GEL COAT | 50-014-001 | PLANTA FIBRA |

| RUTINAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO | | | | |
|--|------|------------------|--|-----------------|
| FRECUENCIA | ÍTEM | TIEMPO | RUTINA PROGRAMADA | Guía de trabajo |
| SEMESTRAL | 1 | 15 <i>min</i> | <i>Cambio de boquilla pistola de aspersion</i> | <i>G-0004</i> |
| | 2 | 20 <i>min</i> | <i>Cambio filtros succión gel coat</i> | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

R0106
08/03/04 Rev.0

Figura 27. Mantenimiento preventivo ajuste, limpieza y lubricación (R0107)

SUPERPOLO S.A.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO AJUSTE , LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN

| NOMBRE DEL EQUIPO | CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN | SECCIÓN |
|--------------------------------|--------------------------|--------------|
| MAQUINA DE APLICACIÓN GEL COAT | 50-014-001 | PLANTA FIBRA |

| RUTINAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO | | | | |
|--|----------|---------------|--|-----------------|
| FRECUENCIA | ITEM | TIEMPO | RUTINA PROGRAMADA | Guía de trabajo |
| DIARIO | 1 | 15 min | Retirar sobrantes de gel coat de la boquilla de la pistola de aspersión | G-0005 |
| | | | Realizar limpieza general al equipo para retirar sobrantes de gel coat | |
| MENSUAL | 1 | 60 min | Realizar limpieza filtros de succión | G-0006 |
| | | | | |
| SEMESTRAL | 1 | 60 min | Realizar ajuste a vástago del actuador neumático | G-0007 |
| | | | | |

R0107
08/03/04 Rev.0

Figura 28. Mantenimiento preventivo instalaciones (R0108)

SUPERPOLO S.A.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO INSTALACIONES

| TIPO DE INSTALACIÓN | SECCIÓN | HOJA |
|-----------------------|--------------|--------|
| INSTALACIÓN NEUMÁTICA | PLANTA FIBRA | 1 de 1 |

| RUTINAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO | | | | |
|--|----------|-----------|--|------------------------|
| FRECUENCIA | ÍTEM | TIEMPO | RUTINA PROGRAMADA | INSTRUCCIÓN DE TRABAJO |
| DIARIO | 1 | 30 | Realizar purga a filtros de secado de aire | <i>G-0008</i> |
| | | | Revisar que no exista fuga de aire en la tubería en general | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

R0108
08/09/04 Rev.0

| ELABORO | | CARLOS APONTE | | | | | FECHA | | DICIEMBRE 12 DE 2004 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|---|-------|----------------------------|-------|--|------------------|------|----------------------|------|------------|------|-------|-------|------|------|------|---|-------|-------|-------|------|------|---|------|------|-------|------|------|---|------|------|------|-------|------|--|--|--|--|--|--|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|
| PROCESO AL QUE PERTENECE | | MANTENIMIENTO (CONSOLIDADO) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EQUIPO | REFERENCIA | FF | IO | FO | SM | CM | CONSECUENCIA (C) | | NIVEL DE CRITICIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLANTA FIBRA | | | | | | | C= (IO*FO)+CM+SM | ALTO | MEDIO | BAJO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MAQUINA DE APLICACIÓN GEL COAT | 50-014-001 | 4 | 10 | 4 | 3 | 2 | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HORNO CURADO | 50-019-01 | 3 | 4 | 4 | 1 | 1 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPRESOR | 50-011-02 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FRECUENCIA DE FALLAS (FF) | | IMPACTO OPERACIONAL (IO) | | FLEXIBILIDAD OPE (FO) | | <table border="1"> <tr> <th rowspan="4">FRECUENCIA</th> <td>4</td><td>MEDIO</td><td>MEDIO</td><td>ALTO</td><td>ALTO</td><td>ALTO</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>MEDIO</td><td>MEDIO</td><td>MEDIO</td><td>ALTO</td><td>ALTO</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>BAJO</td><td>BAJO</td><td>MEDIO</td><td>ALTO</td><td>ALTO</td> </tr> <tr> <td>1</td><td>BAJO</td><td>BAJO</td><td>BAJO</td><td>MEDIO</td><td>ALTO</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>10</td><td>20</td><td>30</td><td>40</td><td>50</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="5" style="text-align: center;">CONSECUENCIA</td> </tr> </table> | | | | | FRECUENCIA | 4 | MEDIO | MEDIO | ALTO | ALTO | ALTO | 3 | MEDIO | MEDIO | MEDIO | ALTO | ALTO | 2 | BAJO | BAJO | MEDIO | ALTO | ALTO | 1 | BAJO | BAJO | BAJO | MEDIO | ALTO | | | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | | | | | | CONSECUENCIA | | | | |
| FRECUENCIA | 4 | MEDIO | MEDIO | ALTO | ALTO | | | | | | | ALTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | MEDIO | MEDIO | MEDIO | ALTO | | | | | | | ALTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | BAJO | BAJO | MEDIO | ALTO | | | | | | | ALTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | BAJO | BAJO | BAJO | MEDIO | | | | | | ALTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | CONSECUENCIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mayor a dos fallas por año | 4 | No existe opcion de producción | 10 | No existe equipo sustituto | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dos fallas por año | 3 | Se puede producir parcialmente | 7 | Existe equipo sustituto | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Una falla por año | 2 | Afecta calidad del producto | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| No presento falla | 1 | No genera ningun efecto negativo | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COSTO DE MANTENIMIENTO (CM) | | IMPACTO DE SEG INDUSTRIAL Y MEDIO AMB (SM) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mayor a \$ 500.000 | 2 | Genera alto impacto a medio ambiente o seguridad industrial, multas gubernamentales | | | | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Menor a \$ 500.000 | 1 | Genera alto impacto a medio ambiente o seguridad industrial | | | | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Daño afecta levemente la integridad fisica de las personas | | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Provoca daños menores al medio ambiente | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | No provoca ningun daño a personas ni el medio ambiente | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- **Formatos de administración del mantenimiento.** Los formatos de administración del mantenimiento, tienen por objeto recopilar la información necesaria para planificar las labores de mantenimiento, a cada uno de los recursos a conservar por el departamento de mantenimiento. Los formatos de administración elaborados son los siguientes:
 - **Listado maestro de equipos y herramientas (R0100).** Este formato es utilizado para relacionar los recursos a conservar, para cada una de las secciones de la empresa. Véase figura 29.
 - **Listado maestro de catálogos (F0101).** Este formato tiene por objeto relacionar cada uno de los catálogos de equipos y componentes de instalación, que el departamento de mantenimiento posee y que sirven como fuente de consulta. Véase figura 30.
 - **Cronograma mantenimiento preventivo anual (R0104).** Una vez diligenciados los formatos de información general de recursos, se deben programar a lo largo del año estos trabajos. Este formato tiene por objeto distribuir adecuadamente las guías de trabajo a lo largo del año según la frecuencia. La figura 31, ilustra como ejemplo la programación realizada para los equipos ubicados en la Planta de Fabricación de Fibras. La posterior implementación en las plantas de Ensamble y Fabricación de Componentes será realizada por el personal de mantenimiento de Superpolo S.A. La coordinación del cronograma estará a cargo del Planeador de Mantenimiento y supervisado por el Jefe de Mantenimiento; el Planeador de Mantenimiento debe definir las tareas de mantenimiento preventivo tales como: establecer la prioridad de cada uno de los equipos, a través del análisis de criticidad (ver ítem 2.1.12) y las labores de mantenimiento indicadas en el ítem 3.3.1 del presente trabajo, estableciendo así la programación de las labores a realizar.
 - **Guía de trabajo (R0114).** En este formato se describe el trabajo programado a realizar tales como: inspección, recomendaciones

del fabricante, lubricación o ajuste y limpieza. Además se hace referencia a las precauciones a tener en cuenta para realizar dicha labor. Véase figura 32. Éste formato se elaboró para todos los equipos de la Planta de Fabricación de Fibras y del mismo modo el Departamento de Mantenimiento de Superpolo S.A. está a cargo de la elaboración de las guías de trabajo para cada uno de los equipos de las demás plantas.

- **Distribución mantenimiento programado por semana (R0115).** Este formato tiene por objeto relacionar todas las guías de trabajo de inspección, recomendaciones del fabricante, lubricación o ajuste y limpieza, que se deben realizar en una semana específica del año, ayudando a tener un control de las labores de mantenimiento programado a realizar por el departamento de mantenimiento. Véase figura 33, en donde se aprecia cómo ejemplo la programación efectuada para los equipos de la Planta de Fabricación de Fibras.

Figura 29. Listado maestro de equipos y herramientas (R0100)

| | |
|-----------------------|--|
| SUPERPOLO S.A. | LISTADO MAESTRO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS |
|-----------------------|--|

| SECCIÓN | CÓDIGO |
|--------------|--------|
| PLANTA FIBRA | 50 |

| FECHA DE INGRESO | EQUIPOS / HERRAMIENTA | CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN | NIVEL DE IMPORTANCIA |
|------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------|
| 4 / OCT / 2004 | MAQUINA APLICACIÓN GEL COAT | 50-014-001 | ALTO |
| 4 / OCT / 2004 | HORNO CURADO PIEZAS | 50-019-001 | ALTO |
| 4 / OCT / 2004 | MAQUINA DE ASPERCIÓN | 50-013-001 | ALTO |
| 4 / OCT / 2004 | COMPRESOR ELECTRA SCREW | 50-011-001 | ALTO |
| 4 / OCT / 2004 | SECADOR DE AIRE | 50-022-001 | MEDIO |
| | | | |

R 0100
8/03/04 Rev. 0

Figura 30. Listado maestro de catálogos

| | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | LISTADO MAESTRO DE CATALOGOS |
|-----------------------|-------------------------------------|

| CONSECUTIVO | NOMBRE DEL CATÁLOGO | UBICACIÓN |
|--------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 001 | MAQUINA APLICACIÓN GEL COAT | oficina de Mantenimiento |
| 002 | HORNO CURADO PIEZAS | oficina de Mantenimiento |
| 003 | MAQUINA DE ASPERCIÓN | oficina de Mantenimiento |
| 004 | COMPRESOR ELECTRA SCREW | oficina de Mantenimiento |
| 005 | SECADOR DE AIRE | oficina de Mantenimiento |
| | | |
| | | |
| | | |

F0101
Rev, 0

08/09/04

Figura 32. Guía de trabajo (R0114)

| | | | | | |
|--|----------------------|--|---|------------------------------|--|
| SUPERPOLO S.A. | | GUÍA DE TRABAJO | | NRO. G-0001 | |
| TIPO DE TRABAJO | | | INSPECCIÓN | | |
| NOMBRE DEL RECURSO | | | | COD DE IDENTIFICACIÓN | |
| MAQUINA DE APLICACIÓN GEL COAT | | | | 50-014-001 | |
| 1. OBJETIVO | | | | | |
| Garantizar que el sistema de aspersión esta bajo parámetros establecidos y así garantizar la aplicación de una capa homogénea del Gel Coat sobre la pieza de fibra | | | | | |
| 2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD | | | | | |
| RESPONSABLE | | | TIEMPO REQUERIDO | | |
| Auxiliar de mantenimiento | | | 5 minutos | | |
| 2.4 ACTIVIDAD | | | | | |
| Verificar que el arco de aspersión tenga 45 ° , la temperatura de horno de 25° y presión de trabajo del sistema de aire de 100 psi | | | | | |
|  | | | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Arco de aspersión de 45°</div> | | |
| 3. PRECAUCIONES (SEGURIDAD INDUSTRIAL) | | | | | |
| Utilizar guantes de caucho, tapa oídos y tapa bocas, colocar la etiqueta equipo en mantenimiento | | | | | |
| 4. HERRAMIENTAS UTILIZADAS | | | | | |
| Llave de ½ | | | | | |
| 5. MATERIALES UTILIZADOS | | | | | |
| Ninguno | | | | | |
| 6. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA | | | | | |
| Catalogo 0001 | | | | | |
| 7. MANEJO DE DESECHOS | | | | | |
| No aplica | | | | | |
| FECHA ELABORACIÓN | 5 de octubre de 2004 | FIRMA COORDINADOR MANTENIMIENTO | OK FR | | |

R0114
Rev.0

08-11-04

Figura 34. Solicitud de mantenimiento (R0112)

| | | | | | |
|---|------------|------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | | | SOLICITUD DE MANTENIMIENTO | | No: 00001 |
| FECHA DE SOLICITUD | | | NOMBRE SOLICITANTE | | SECCIÓN |
| 6 | 9 | 2004 | Pedro Perez | | auxiliar de mantenimnto |
| DIA | MES | AÑO | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO | | | | | |
| Segun inspeccion realizada la maquina de aplicación Gel Coat 50-014-001 el arco de aplicación es superior a 45° | | | | | |
| USO EXCLUSIVO POR EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO | | | | | |
| APROBADA | | NUMERO OT | APROBADO POR | | FECHA INICIO TRABAJO |
| SI | NO | Nro. 00001 | Claudia Muñoz | | 6 SEPTIMBRE DE 2004 |
| x | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| Trabajo prioridad alta , el equipo se encuentra en servicio pero se debe cambiar boquilla para garantizar el espesor de la capa de gel coat sobre la pieza de fibra | | | | | |

R0112

05-06-04 Rev

Figura 35. Labores de mantenimiento programado (R0111)

| | |
|-----------------------|---|
| SUPERPOLO S.A. | FORMATO DE LABORES DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO |
|-----------------------|---|

DIA: 2 **MES :** ENERO **AÑO:** 2005

NOMBRE COLABORADOR DE MANTENIMIENTO: SAMUEL VELÁSQUEZ

·

| SECCIÓN | EQUIPO | INSTRUCCIONES DE TRABAJO | | | TIEMPO PARCIAL (MINUTOS) | FIRMA SUPERVISOR DE SECCIÓN |
|---------|------------|--------------------------|--|--------|--------------------------|-----------------------------|
| FIBRA | 50-014-001 | G-0001 | | G-0005 | 20 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | |
|---|--------------|-------|-------------|
| FIRMA REVISADO Y ACEPTADO JEFE DE MANTENIMIENTO | FREDY RINCON | OK FR | HOJA 1 DE 1 |
|---|--------------|-------|-------------|

R0111

05-08-04 Rev. 0

Figura 36. Orden de mantenimiento (R0113)

| | | | | | |
|---|-----|------|---|--|---------------------|
| SUPERPOLO S.A. | | | ORDEN DE MANTENIMIENTO | | No: OT 00001 |
| FECHA DE SOLICITUD | | | PLANTA | SECCIÓN | |
| 6 | 9 | 2004 | FIBRA | | FIBRA |
| DIA | MES | AÑO | | | |
| ESTACIÓN | | | MAQUINA | DURACIÓN DEL SERVICIO | |
| FIBRA | | | MAQUINA DE APLICACIÓN GEL COAT | 30 MINUTOS | |
| <input checked="" type="checkbox"/> TIPO DE MANTENIMIENTO | | | PRIORIDAD | SOLICITADO POR | |
| <input type="checkbox"/> DAÑO MECÁNICO <input type="checkbox"/> DAÑO ELÉCTRICO <input type="checkbox"/> DAÑO NEUMÁTICO <input type="checkbox"/> OTRO _____ | | | <input checked="" type="checkbox"/> ALTA <input type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BAJA | Pedro Pérez (Auxiliar de mantenimiento) NOMBRE Y FIRMA | |
| | | | | AUTORIZADO POR | |
| | | | | Juan Ocampo NOMBRE Y FIRMA | |
| DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO | | | | | |
| Cambiar boquilla de aspersión AR 32 por taponamiento | | | | | |
| Utilizar llave de 1/2" | | | | | |
| Viene de la solicitud de mantenimiento 00001 | | | | | |
| NOTA DE ENTREGA | | | | | |
| Se cambio la boquilla se restablece el servicio optimo de 45° de aspersión | | | | | |
| Programar teflón para realizar servicio cambio de boquilla | | | | | |
| EJECUTADO POR | | | Vo.Bo Jefe M/tto / Lider M/tto | | |
| Fernando castañeda | | | Claudia Muñoz ok ep | | |
| FECHA DE ENTREGA | | | RECIBIDO A SATISFACCIÓN POR: | | |
| 6 | 9 | 2004 | carlos aponte (supervisor) | | |
| DIA | MES | AÑO | FIRMA | | NOMBRE |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| Deterioro prematuro de la boquilla | | | | | |

R0113

23/03/04 Rev. 02

- **Formatos para la ejecución del mantenimiento.** Los formatos de ejecución del mantenimiento, tienen por objeto ordenar el trabajo de mantenimiento a realizar. Los formatos elaborados para la ejecución del mantenimiento son los siguientes:
 - **Solicitud de mantenimiento (R0112).** Mediante este formato los encargados de cada sección, los inspectores de mantenimiento y en general cualquier persona de la empresa, solicitan la ejecución de los trabajos necesarios al departamento. Una vez realizadas las labores de inspección definidas en el cronograma de mantenimiento anual los trabajos que de está se generen se solicitan por parte del inspector de mantenimiento al programador de mantenimiento utilizando éste formato. Véase figura 34.
 - **Labores de mantenimiento programado (R0111).** Este formato tiene por objeto, ordenar las labores de mantenimiento programado, inspecciones, recomendaciones del fabricante, lubricación o ajuste y limpieza. Para esto se hace referencia al cronograma de mantenimiento preventivo anual R0104 y a la distribución de mantenimiento programado por semana R0115. Véase figura 35.
 - **Orden de mantenimiento (R0113).** Este formato tiene por objeto, formalizar la planeación de la labor de mantenimiento generada por la solicitud de mantenimiento R0112 y ordenar la ejecución de dicho trabajo a los auxiliares de mantenimiento. Véase figura 36.
 - **Índice de criticidad de equipos (R0109).** Antes de realizar el cronograma de mantenimiento anual se realiza el análisis de criticidad de cada uno de los equipos y así dejar una evidencia objetiva de este análisis. El análisis de criticidad se realizó a los equipos de la Planta de Fabricación de Fibras. Véase figura 37.
 - **Plan de recambio de herramientas (R0110).** Este formato tiene por objeto, tener una programación del recambio de herramientas utilizadas por el proceso de producción. Véase figura 38.

Figura 37. índice de criticidad de equipos (R0109)

| SUPERPOLO S.A. | | | | | | | | | | | | INDICE DE CRITICIDAD DE EQUIPOS | | | | | |
|--------------------------------|--|------------|---|------------------------------|-----------------------|----|----|----------------------------|---------------------|-------|------|---------------------------------|--|--|--|--|--|
| ELABORO | | | | CARLOS APONTE | | | | | | FECHA | | DICIEMBRE 12 DE 2004 | | | | | |
| PROCESO AL QUE PERTENECE | | | | MANTENIMIENTO (CONSOLIDADO) | | | | | | | | | | | | | |
| EQUIPO | | REFERENCIA | FF | IO | FO | SM | CM | CONSECUENCIA (C) | NIVEL DE CRITICIDAD | | | | | | | | |
| PLANTA FIBRA | | | | | | | | C= (IO*FO)+CM+SM | ALTO | MEDIO | BAJO | | | | | | |
| MAQUINA DE APLICACIÓN GEL COAT | | 50-014-001 | 4 | 10 | 4 | 3 | 2 | 45 | | | | | | | | | |
| HORNO CURADO | | 50-019-01 | 3 | 4 | 4 | 1 | 1 | 18 | | | | | | | | | |
| COMPRESOR | | 50-011-02 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | | | | | | | | | |
| FRECUENCIA DE FALLAS (FF) | | | IMPACTO OPERACIONAL (IO) | | FLEXIBILIDAD OPE (FO) | | | | | | | | | | | | |
| Mayor a dos fallas por año | | 4 | No existe opcion de producción | | | | 10 | No existe equipo sustituto | | 4 | | | | | | | |
| Dos fallas por año | | 3 | Se puede producir parcialmente | | | | 7 | Existe equipo sustituto | | 1 | | | | | | | |
| Una falla por año | | 2 | Afecta calidad del producto | | | | 4 | | | | | | | | | | |
| No presento falla | | 1 | No genera ningun efecto negativo | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| COSTO DE MANTENIMIENTO (CM) | | | IMPACTO DE SEG INDUSTRIAL Y MEDIO AMB (SM) | | | | | | | | | | | | | | |
| Mayor a \$ 500.000 | | 2 | Genera alto impacto a medio ambiente o seguridad industrial, multas gubernamentales | | | | | | 8 | | | | | | | | |
| Menor a \$ 500.000 | | 1 | Genera alto impacto a medio ambiente o seguridad industrial | | | | | | 7 | | | | | | | | |
| | | | Daño afecta levemente la integridad fisica de las personas | | | | | | 5 | | | | | | | | |
| | | | Provoca daños menores al medio ambiente | | | | | | 3 | | | | | | | | |
| | | | No provoca ningun daño a personas ni el medio ambiente | | | | | | 1 | | | | | | | | |

R0109

03-08-04
Rev,0

Figura 38. Plan de recambio de herramientas

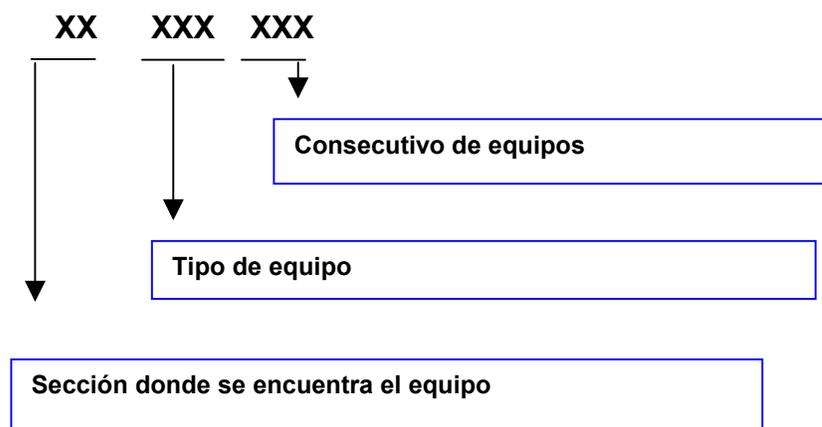
| SUPERPOLO S.A. | | | | PLAN RECAMBIO DE HERRAMIENTAS | | | |
|-----------------------|--|---------------------------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| HERRAMIENTA | FECHA DE PUESTA EN FUNCIONAMIENTO | CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN | MONTAJE | HRS DE USO SEGÚN FABRICANTE | HRS DE USO PARA CAMBIO | FECHA ESTIMADA DE CAMBIO | FECHA RECAMBIO |
| Taladro | FEB 2004 | T1 | MB – E 14 | 7000 | 7000 | ABRIL 2005 | |
| Aplicador sika | FEB 2003 | A1 | MB – E 17 | 10000 | 7000 | DICIEMBRE 2005 | |
| ELABORO | | | | FECHA | | | |

R0110
11-11-04 Rev,

3.4 SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.

El código de identificación solo aplica a equipos, las herramientas se identifican con el número de serie. El código de equipos consta de 8 dígitos seguidos Ver figura 39.

Figura 39. Código de identificación de equipos



- Sección Donde Se Encuentra El Equipo: XX, los dos primeros dígitos indican la sección donde esta ubicado el equipo, dichos dígitos están especificados en la tabla 5.

Tabla 5. Identificación de las secciones de la empresa

| NÚMERO | SECCIÓN |
|--------|----------------------------|
| 10 | Fabricación de Componentes |
| 20 | Montaje A |
| 30 | Montaje B |
| 40 | Pintura |
| 50 | Fabricación de Fibra |
| 60 | Desarrollo |
| 80 | Mantenimiento |

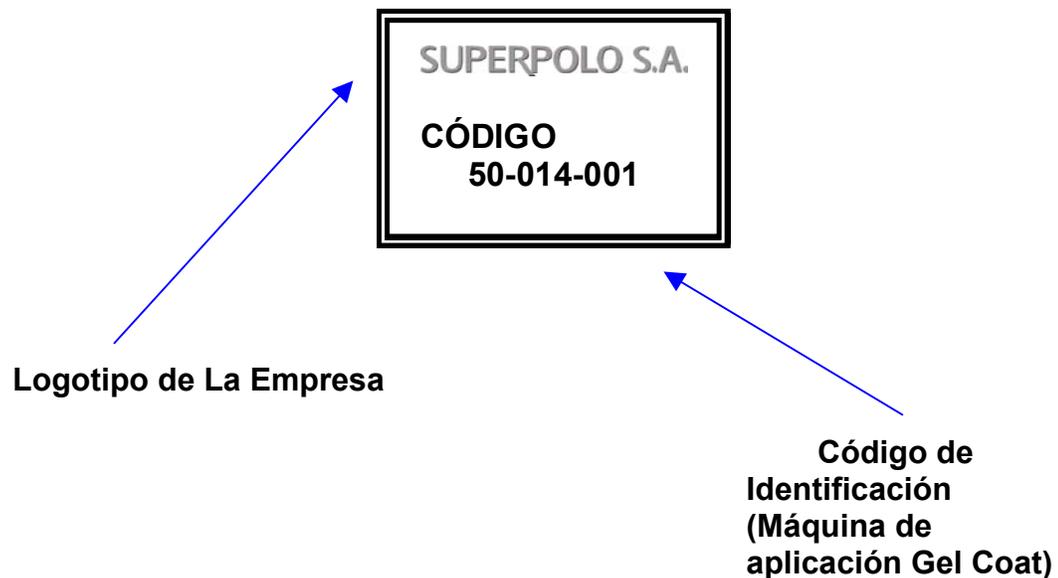
- Tipo De Equipo: XXX, el tercero, cuarto y quinto dígito corresponden a un número, que indica el tipo de equipo, esta enumeración es consecutiva y sin interrupción y dejando la numeración abierta para anexar futuros tipos de equipos, estos dígitos están especificados en la tabla 6
- Consecutivo : XXX, el sexto, séptimo y octavo dígito, corresponden a un número que indica la cantidad de equipos del mismo tipo que se encuentran en la sección.

Tabla 6. Identificación de equipos y componentes

| NUMERO | TIPO DE EQUIPO |
|---------------|-----------------------------------|
| 1 | PUENTE GRUAS |
| 2 | DOBLADORAS DE LAMINA |
| 3 | GUILLOTINA PARA LAMINA |
| 4 | TROQUELADORAS |
| 5 | PRENSA HIDRAULICAS |
| 6 | TALADRO DE ARBOL |
| 7 | SEGUETA MECANICA |
| 8 | SIERRA CIRCULAR |
| 9 | SIERRA SINFÍN |
| 10 | CURVADORA DE TUBOS |
| 11 | COMPRESORES |
| 12 | CAJEADORA |
| 13 | MAQUINAS DE ASPERSION DE FIBRA |
| 14 | MAQUINA DE APLICACIÓN DE GEL COAT |
| 15 | ESTACION PARA PRUEBA DE AGUA |
| 16 | ASPIRADORA INDUSTRIAL |
| 17 | MAQUINA HIDROLAVADORAS |
| 18 | CABINAS DE PINTURA |
| 19 | HORNOS |
| 20 | VEHICULOS |
| 21 | PANTOGRAFO |

3.4.1 Rótulo de identificación. Una vez se halla definido el código de identificación, se debe proceder a implementar dicho código a los diferentes equipos y componentes de instalaciones, presentes en las secciones de la empresa, para tal efecto se debe diseñar un rotulo con las siguientes especificaciones mínimas. Ver figura 40.

Figura 40. Rotulo identificación de equipos



3.4.2 Capacitación al personal. El plan de capacitación es muy importante en la implementación del plan de mantenimiento; consiste en una inducción práctica en la cual cada responsable se familiariza con el uso de los instructivos y formatos. Para tal efecto se desarrolla el ejercicio de elaboración de los formatos con un equipo previamente seleccionado.

4. SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE

El objetivo fundamental de la seguridad industrial es la prevención de accidentes de trabajo, por tal motivo para el personal de mantenimiento el tema de la seguridad industrial tanto de personas como de los recursos de la empresa es prioritario, y por tanto muy importante dentro de su cometido de mantener todos los recursos de la empresa.

En Superpolo S.A. es fundamental cumplir con las normas ambientales que exige el gobierno, por tal motivo se han analizado los residuos que son generados por el proceso productivo de la empresa y gracias a esto se han identificado los siguientes requisitos de ley de manejo de desechos:

4.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL PRESENTE EN EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE SUPERPOLO S.A.

Teniendo en cuenta la premisa de no esperar un accidente, para añadir o poner a punto los elementos de protección del tipo que sean, el departamento de mantenimiento de Superpolo S.A., utiliza las siguientes actividades para proteger tanto la integridad personal de cada uno de sus auxiliares de mantenimiento al momento de realizar cualquier labor, como la de los diferentes equipos e instalaciones de la empresa.

4.1.1 Seguridad en equipos e instalaciones. Dentro del amplio campo de actividades del departamento de mantenimiento, está la de asegurar que los diferentes equipos e instalaciones de la empresa cuenten con un adecuado mantenimiento de sus elementos de control y seguridad para que estén en perfecto funcionamiento al momento de presentarse una falla, con el fin de evitar un daño mayor, así como garantizar que las personas que laboran o que pasan cerca de estos equipos o instalaciones estén seguras de no sufrir ningún accidente que incida en su salud o integridad física. En el programa de mantenimiento planificado está evidenciado este control, ya que a cada uno de los equipos e instalaciones de la empresa se le ha diseñado un plan de inspecciones que asegura un control adecuado de estos y por ende de sus sistemas de control. Además, se toman las siguientes precauciones adicionales para proteger tanto los equipos e instalaciones de

la empresa, como a las personas que frecuentan o manipulan estos aparatos:

- Se tiene centralizado el sistema de alimentación eléctrica, donde se cuenta con un tablero de control con dispositivos como pulsadores de seguridad, para realizar paradas de emergencia.
- Existe la puesta a tierra de equipos e instalaciones.
- Existen cerramientos de partes vitales de equipos e instalaciones, que puedan verse afectados por malas manipulaciones.
- Existe una ubicación estratégica de extintores.
- Existen brigadas de incendios y atención de desastres.
- Se capacita a todo el personal en el manejo de extintores y equipos de seguridad
- Se prepara al personal para las emergencias.
- Se establecen métodos de manipulación y almacenamiento de materiales y mercancías.
- Se capacita al personal para la atención de primeros auxilios.

4.1.2 Seguridad en el trabajo. Todas las actividades tienen en sí un riesgo de accidente, por lo tanto cada una de las actividades fueron evaluadas para determinar cuáles son los posibles riesgos a los que se está expuesto al momento de realizar dicha labor. A continuación se presentan algunas actividades que son consideradas por el departamento de mantenimiento de Superpolo S.A., como de estricto cumplimiento para evitar posibles riesgos al momento de realizar una labor de mantenimiento.

- **Guías de trabajo y órdenes de trabajo.** En el programa de mantenimiento se consideró este aspecto, que tiene gran importancia al momento de efectuar las labores de mantenimiento. Esto se evidencia en las guías y órdenes de trabajo, donde se especifican al auxiliar de mantenimiento las precauciones que debe tener al momento de realizar las labores asignadas.
- **Equipos de protección personal.** En Superpolo S.A., se ha considerado el riesgo potencial y por tal motivo se provee a cada uno de sus operarios, incluyendo a los auxiliares de mantenimiento de los siguientes objetos de protección: Ver figura 41.

Figura 41. Elementos de protección



- **Gafas:** Elemento utilizado para evitar que algún material salpique a los ojos del trabajador causándole lesiones que pueden llegar hasta dejarlo ciego.
- **Zapatos de seguridad:** Para proteger los pies de ser golpeados por objetos pesados o corto punzantes que puedan causar algún daño de consideración.
- **Tapabocas :** Para evitar que los pulmones se vean afectados a causa de polvos nocivos.
- **Ropa de trabajo:** El overol es la ropa de trabajo utilizada en la empresa por los operarios y auxiliares de mantenimiento, el cual tiene como finalidad facilitar la movilidad de la persona.
- **Tapa oídos:** Aunque en la empresa no se generan ruidos de gran magnitud, los operarios y auxiliares de mantenimiento utilizan este objeto, para evitar estar expuestos a largos períodos de ruidos generados por los equipos e instalaciones de la empresa.

- **Guantes:** Utilizados para proteger las manos de agentes nocivos, materiales cortantes y de altas temperaturas que pueden causar algún daño.
- **Casco:** Artículo utilizado para cubrir y proteger la cabeza, en la empresa se utiliza únicamente en aquellos sitios donde se estén realizando labores de construcción, y donde el riesgo de accidente por causa de golpes en la cabeza por algún tipo de material sea evidente.
- **Gafas de soldar:** En el departamento de mantenimiento es muy común realizar trabajos de soldadura, por lo que los auxiliares de mantenimiento cuentan con una careta especial para efectuar esta labor.

4.1.3 Actividades de seguridad industrial a considerar. Para garantizar un mejor desempeño en las labores diarias, y de acuerdo a las necesidades identificadas en la planta se han tomado en cuenta los aspectos y recomendaciones de seguridad industrial dadas por el Consejo Colombiano de Seguridad. Como una de los aspectos a destacar en Superpolo S.A. es el programa de señalización. Esta actividad es de gran importancia para cualquier departamento de mantenimiento, ya que gracias a esta se pueden eliminar los riesgos de accidente a la hora de realizar cualquier labor de mantenimiento.

- **Utilización de Productos de bloqueo y etiquetado.** Estos productos están diseñados para proteger al personal de lesiones causadas por la puesta en marcha repentina de equipos o instalaciones, o la liberación de energía peligrosa durante labores de mantenimiento y reparación. Todas las tarjetas para prevención de accidentes, así como diferentes tipos de bloqueadores eléctricos y de bloqueadores de válvulas se muestran en el anexo B. Estos productos son suministrados por el consejo colombiano de seguridad.¹⁶ Véase figura 42.

Figura 42. Productos de etiquetado

¹⁶ Anexo F. Obtenido de la pagina www.ccseguri.com



- **Señalización de piso.** Las señales de piso se utilizan para indicar situaciones temporales que impiden o restringen transitoriamente el paso por una zona determinada o llaman la atención sobre una condición de riesgo temporal. Ideales para ubicar en corredores y vías de circulación, y en general, en todos los sitios donde se necesite dar aviso temporal de alguna situación. Son de gran utilidad cuando se realizan labores de mantenimiento en construcciones de la empresa. Véase figura 39.

Figura 43. Señalización de piso



- **Señalización de tuberías.** Para prevenir accidentes en procesos de mantenimiento o situaciones de emergencia en ductos ubicados en la planta o construcciones en general de la empresa, es aconsejable utilizar señalización de tuberías, véase figura 44. Esta señalización esta especificada en la norma (ANSI_a13.1-1981). El concejo colombiano de seguridad provee cintas de señalización para tuberías.¹⁷

Figura 44. Señalización de tuberías

¹⁷ Anexo G. Obtenido de la pagina www.ccseguri.com



4.2 MEDIO AMBIENTE

De acuerdo con la actividad realizada por SUPERPOLO S.A., los siguientes son los aspectos que pueden causar mayor impacto ambiental.

4.2.1 Control de emisiones de partículas. En el proceso de ensamblaje de las carrocerías en la sección de fibras se generan partículas sólidas que quedan suspendidas en el ambiente. Para minimizar el efecto contaminante se ha instalado un extractor que se encarga de absorber todas las partículas sólidas generadas en el proceso productivo. Ver figura 45.

Figura 45. Extractor de partículas



4.2.2 Ruido. Los niveles de ruido que se producen aunque son relativamente altos, no se perciben al exterior de la empresa y tampoco son de tal magnitud que afecten la salud de los trabajadores sin embargo, cada operario cuenta con un juego de tapa oídos para prevenir cualquier efecto secundario por la exposición prolongada a los ruidos generados en la planta.

4.2.3 Residuos sólidos. En el proceso productivo de SUPERPOLO S.A. se generan sobrantes de material a los cuales hay que darles un tratamiento adecuado. A continuación se describe brevemente el destino final de cada uno de ellos.

- **Aluminio.** Para la fabricación de las carrocerías la mayoría de las partes están hechas en aluminio, en cada uno de los procesos productivos se obtiene aluminio en diferentes formas, piezas defectuosas y rebabas de aluminio las cuales son recogidas y vendidas a compañías encargadas de reciclar este material.
- **Hierro y acero.** En los diferentes procesos de elaboración se generan desperdicios que son almacenados y vendidos a las diferentes fundidoras del país.

- **Correas, rodamientos, engranajes.** Son desechos de alta rotación en la empresa, estos son almacenados y vendidos posteriormente como material reciclable.

4.2.4 Residuos líquidos. Aceites lubricantes que son almacenados en las mismas canecas en las que son suministradas y posteriormente entregado a empresas para ser reutilizado como combustible para calderas, mezclando con crudo de castilla.

5. ESTUDIO Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

El estudio que se muestra a continuación es de gran importancia ya que gracias a este se podrá determinar la viabilidad del proyecto y por lo tanto saber si es adecuado o no invertir en el mismo. Para realizar este estudio se deben tener en cuenta aspectos tales como: la cantidad de dinero que debe ser invertida y los costos por mantenimiento antes y después de ser implementado el proyecto.

5.1 ESTUDIO ECONÓMICO

En esta parte se desglosa los diferentes costos que se deben tener en cuenta para la evaluación económica, como es la inversión inicial, los costos directos e indirectos, con el fin de demostrar la viabilidad del proyecto.

5.1.1 Inversión. La inversión que debe ser realizada por SUPERPOLO S.A., para que sea desarrollado el programa de mantenimiento se encuentra especificada en la tabla 7.

Tabla 7. Inversiones del proyecto

| INVERSIONES DEL PROYECTO | VALOR (\$) |
|--------------------------|---------------------|
| Computador | 5.000.000 |
| Impresora | 300.000 |
| Cámara digital | 1.200.000 |
| Archivero | 480.000 |
| Papelería | 100.000 |
| Total | \$ 7.080.000 |

5.1.2 Costo de mantenimiento. Los costos de mantenimiento están divididos en dos tipos de costos, estos son: los costos directos los cuales no

dependen de la cantidad de productos producidos y los costos indirectos que están determinados por la cantidad de productos producidos.

- **Costos directos.** El costo directo que se va a considerar para este estudio es la mano de obra del departamento de mantenimiento. El personal que actualmente labora en el departamento de mantenimiento de SUPERPOLO S.A., así como el costo de cada uno de ellos se especifica en la tabla 8.

Tabla 8. Costo por mano de obra 2004

| Personal | Cantidad | Total costo mano de obra (Pesos) |
|---|-----------------|---|
| Jefe de mantenimiento | 1 | \$ 57.000.000 |
| Auxiliares técnicos | 12 | \$ 253.440.000 |
| Auxiliares no técnicos | 6 | \$69.120.000 |
| Total costo personal mantenimiento anual | | \$ 379.560.000 |

Fuente: los autores

- **Costos indirectos.** Los costos indirectos que se van a considerar son los repuestos, materiales y herramientas utilizados por el departamento de mantenimiento. El costo de repuestos y materiales para cada una de las secciones de la empresa se encuentra especificado en la tabla 9.

Tabla 9. Costos repuestos y materiales 2004

| Sección | Costo repuestos y materiales (Pesos) |
|---|---|
| Fabricación de componentes | \$ 160.000.000 |
| Montaje A y B | \$ 280.000.000 |
| Pintura | \$ 80.000.000 |
| Fibra de vidrio | \$80.000.000 |
| Instalaciones | \$24.400.000 |
| Costos totales repuestos anuales | \$ 624.400.000 |

Fuente: Los autores

- **Costo parada de producción atribuida a mantenimiento.** El departamento de ingeniería industrial mensualmente realiza un seguimiento de parada de producción para determinar el tiempo que la línea de proceso dejó de ensamblar, así como también determinar el departamento causante de estas paradas. A continuación se realiza el cálculo de costo de mantenimiento por parada de producción, los datos que se muestran a continuación fueron suministrados por el departamento de ingeniería de SUPERPOLO S.A.

Número de vehículos producidos por mes año 2004: De la totalidad de modelos producidos solo se tomara los modelos temple, listo y andare, ya que estos son los modelos con mayor producción.

Temple: 88 Unidades / Listo: 54 Unidades / Andare: 22 Unidades

Total vehículos producidos por mes: 154 vehículos por mes

Horas laboradas por mes: 480 horas / mes

Producción horaria: 0,32 carrocerías / hora

Utilidad por producción horaria: \$ 1.118.333 / hora

Horas reportadas por paros de producción atribuidas a mantenimiento: Para el año 2004 al departamento de mantenimiento se le atribuyeron 804 horas promedio mes (ver tabla 10).,

Costo de mantenimiento por paro de producción:
\$899.139.732/ mes

5.2 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica es un estudio que se realiza para determinar si es viable

o no la realización del proyecto, para realizar dicha evaluación se tendrán en cuenta los siguientes conceptos:

Tabla 10. Consolidado tiempos perdidos por para de producción.

| SUPERPOLO S.A. | Consolidado tiempos perdidos 2004 | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|---------------------|--------|--------------|---------|--------------|
| Tiempos Perdidos | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Total | Promedio Mes |
| Montaje del Producto | 490 | 136 | 167 | 147 | 219 | 470 | 605 | 408 | 442 | 315 | 144 | 2820 | 6360 | 529,9583333 |
| Summas | 595 | 553 | 701 | 426 | 189 | 78 | 0 | 947 | 940 | 182 | 184 | 941 | 5735 | 477,9166667 |
| Ingenieria de Producto | 1329 | 891 | 792 | 387 | 375 | 592 | 555 | 98 | 144 | 562 | 560 | 444,5 | 6729 | 560,7083333 |
| Ingenieria de Procesos | | | | | | | 59 | 1 | 0 | 5 | 92 | 35 | 192 | 16 |
| Est. Com y Ventas | 520 | 276 | 586 | 502 | 312 | 132 | 681 | 578 | 1586 | 1441 | 1113 | 588 | 8313 | 692,75 |
| Suministros | 59 | 20 | 127 | 542 | 353 | 876 | 1776 | 1481 | 483 | 1096 | 682 | 1834 | 9328 | 777,3333333 |
| Ocd Marcopolo | 0 | 180 | 219 | 400 | 56 | 306 | 221 | 382 | 246 | 212 | 369 | 2994 | 5583 | 465,25 |
| Fabricacion de Fibras | 802 | 767 | 1054 | 281 | 681 | 496 | 612 | 739 | 705 | 544 | 888 | 812 | 8380 | 698,2916667 |
| Fabricacion de componentes | 1992 | 779 | 1069 | 507 | 679 | 612 | 976 | 336 | 373 | 306 | 1216 | 1504 | 10345 | 862,0833333 |
| Adm. de Comp | 2159 | 867 | 666 | 501 | 767 | 197 | 470 | 276 | 311 | 225 | 842 | 716 | 7996 | 666,2916667 |
| Mantenimiento | 600 | 900 | 600 | 925 | 680 | 720 | 850 | 620 | 500 | 950 | 1000 | 1300 | 9645 | 803,75 |
| Reunion | 433 | 359 | 463 | 327 | 138 | 22 | 40 | 124 | 199 | 353 | 421 | 147 | 3024 | 251,9583333 |
| Falta Insumos | 0 | 351 | 50 | 253 | 168 | 102 | 20 | 12 | 6 | 0 | 0 | 2 | 963 | 80,20833333 |
| Verificacion del producto | 26 | 328 | 34 | 0 | 128 | 20 | 0 | 11 | 35 | 0 | 76 | 0 | 658 | 54,83333333 |
| Capacitacion | 200 | 355 | 185 | 364 | 90 | 586 | 226 | 171 | 627 | 380 | 78 | 173 | 3432 | 285,9583333 |
| TOTAL | 14241 | 6511 | 4713 | 3192 | 2864 | 3561 | 6518 | 5747 | 6095 | 5894 | 7926 | 13099 | 80358 | 6696,475 |
| TOTAL DE PERSONAL | 470 | 461 | 444 | 478 | | | | | | | | | | 0 |
| Directas Extras | 13838 | 8269 | 12239 | 7922 | 3096 | 4484 | 9983 | 12719 | 1657 | 19590 | 31524 | 18660 | 143979 | 11998,225 |
| TOTAL CARROS | 165 | 154 | 167 | 164 | 154 | 155 | 150 | 158 | 149 | 156 | 147 | 120 | 1839 | 153,25 |
| PRODUCTIVIDAD | 64% | 65% | 66% | 63% | 61% | 53% | 58% | 55% | 65% | 59% | 57% | 55% | 7 | 0,599959152 |
| Total disponibles | 80310 | 80149 | 94352 | 83842 | 81218 | 93906 | 89465 | 94809 | 88893 | 111996 | 132520 | 118609 | 1150066 | 95838,81361 |
| %ingenieria Producto | 9% | 14% | 17% | 12% | 13% | 17% | 8,51% | 1,71% | 2,36% | 9,54% | 7,07% | 3,39% | | 0 |
| %ingenieria Procesos | | | | | | | 0,07% | 0,0% | 0,00% | 0,00% | 0,07% | 0,03% | 0 | 0,000142 |
| Elaboro | ING. Felipe Ojalora - Analista Ingenieria | | | | | | Fecha entrega informe | | | 18 de enero de 2005 | | VB. Jefe Ing | | |
| <small>REPORTIJE ENTREGADO POR EL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL SUPERPOLO S.A.</small> | | | | | | | | | | | | | | |

5.2.1 Valor presente neto (VPN). Es un método muy utilizado para realizar la evaluación de un proyecto ya que gracias a este método se logra que tanto los ingresos como los egresos futuros puedan ser calculados en pesos de hoy. El VPN se define como el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos de caja a la inversión inicial, donde al obtener un $VPN > 0$, habrá una ganancia por encima de la tasa que se utilice para evaluar el proyecto, si el $VPN = 0$, significa que financieramente es indiferente realizar el proyecto en cuestión, y si $VPN < 0$ el proyecto no es rentable ya que el inversionista ni siquiera alcanza a obtener la utilidad que usualmente obtiene en sus negocios.

La formula para obtener el VPN es la siguiente¹⁸:

$$VPN = - I + (FNE_1 / (1+i)^1) + (FNE_2 / (1+i)^2) + \dots + (FNE_n / (1+i)^n)$$

Donde : I = Inversión
FNE = Flujo de caja
i = Es la tasa de interés

5.2.2 Tasa interna de retorno (TIR). Al igual que el VPN el TIR es un método de evaluación de proyectos donde se define el TIR como la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero, para saber si el proyecto es aceptable o no, se compara la TIR obtenida con una tasa conocida como la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)¹⁹ donde el valor de la TIR debe ser mayor al valor de esta tasa mínima de rendimiento.

$$TMAR = i + f + if$$

Donde: i = premio al riesgo

f = Inflación

Un valor aceptable para el premio al riesgo debe estar entre el 10 y 15%

¹⁸ URBINA BACA, Gabriel. Evaluación de proyectos. México: Mc Graw-Hill, 1995 p 179

¹⁹ Ibid, p 182

Teniendo en cuenta una inflación de 6.5%, y un premio al riesgo de 10%, entonces la TMAR es del 17.15%

5.2.3 Evaluación económica del proyecto. Para evaluar la viabilidad del proyecto se analizará el costo de mantenimiento actual, frente a la disminución que se espera obtener al implementar el programa de mantenimiento. A continuación se citarán los parámetros a considerar para efectuar el análisis:

- Horizonte del proyecto: Cinco años.
 - Criterio de evaluación: precios constantes.
 - Tasa costo de oportunidad²⁰: 7% anual ó 1,67 efectivo mensual.
 - Método de evaluación: valor presente neto VPN y TIR
 - Inflación proyectada: 6,5%
- **Costo de mantenimiento.** El costo de mantenimiento es la suma de los costos directos y los costos indirectos de mantenimiento que están especificados en el estudio económico.
 - **Costo de mantenimiento con proyecto.** Para la implementación del programa de mantenimiento se necesita un planeador con un costo anual de \$ 21.120.000. Igualmente para determinar el porcentaje de reducción de costos de mantenimiento implementando el proyecto, se debe tener en cuenta que las paradas de los equipos son programadas con base en las necesidades de producción y las indicaciones del fabricante; entonces, según lo anterior las horas programadas que se pretende destinar para la realización del mantenimiento se reduciría de 804 horas a 700 horas, donde el costo de mantenimiento por paro de producción sería **\$782.833.100**, lo que quiere decir que los costos se disminuirán un 13%

Tabla 11. Costo de mantenimiento con proyecto.

| COSTOS DE MANTENIMIENTO | | Valor en un año (Pesos) |
|--------------------------------|---------------|----------------------------|
| Costos directos | Mano de obra | \$400.680.000 |
| Costos Indirectos | Repuestos | \$624.400.000 |
| | Costo paro de | |

²⁰ Dato suministrado por el departamento de contabilidad de SUPERPOLO S.A.

| | | |
|--|------------|------------------------|
| | producción | \$782.833.100 |
| Inversión | | \$ 7.080.000 |
| Costo de mantenimiento con proyecto para un año | | \$1.814.993.100 |

Fuente: Los autores

- **Costo de mantenimiento sin proyecto.** El costo de mantenimiento sin proyecto se puede observar en la tabla 12.

Tabla 12. Costo de mantenimiento sin proyecto.

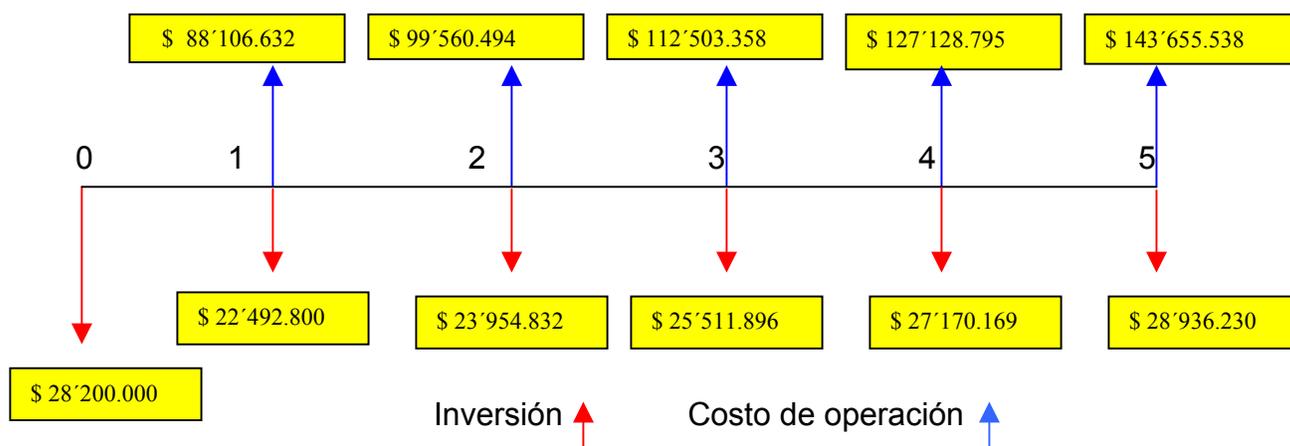
| COSTOS DE MANTENIMIENTO | | Valor en un año (Pesos) |
|--|--------------------------|----------------------------|
| Costos directos | Mano de obra | \$379.560.000 |
| Costos Indirectos | Repuestos | \$624.400.000 |
| | Costo paro de producción | \$899.139.732 |
| Costo de mantenimiento sin proyecto para un año | | \$1.903.099.732 |

Fuente: Los autores

5.3 CÁLCULO DE VPN, RELACIÓN C/B, TIR:

El flujo de caja del proyecto es mostrado en la figura 46. Los valores proyectados a cinco años del costo de mantenimiento con y sin proyecto tomando un valor de inflación del 6.5% anual.

Figura 46. Flujo de caja del proyecto



El cálculo del valor presente neto, la tasa mínima aceptable de rendimiento, y la tasa interna de retorno dio los siguientes resultados:

VPN: \$ 338.952.083 Se acepta el proyecto ya que el VPN es mayor a cero

RELACIÓN COSTO/ BENEFICIO: 3,65

TMAR: 17.15%

TIR: 231% Se acepta el proyecto ya que es mayor a la tasa de interés de oportunidad

6. CONCLUSIONES

- Al establecer la interacción entre el proceso de mantenimiento y los demás procesos de la compañía se ve claramente la importancia que tiene la gestión de mantenimiento y como fácilmente se logran orientar todas las labores del departamento para cumplir con los requisitos que la norma ISO 9001:2000 exige.
- Se definió el Mantenimiento Preventivo como el modelo de gestión más adecuado, ya que es el de más fácil implementación partiendo de los procesos actuales y que no implica un cambio drástico en las actividades diarias del departamento de mantenimiento; así como también los resultados que se obtienen al implementar este programa, cumple tanto los requisitos de la norma ISO 9001:2000 como las expectativas de Superpolo S.A.
- Los documentos tales como procedimientos, instructivos y formatos se definieron como las mejores herramientas para garantizar la implementación del proceso de mantenimiento a cada uno de los equipos de la compañía.
- Uno de los principales requisitos que la ISO 9001:2000 exige es la medición y control de los procesos, para ello se utilizaron los indicadores de gestión de Mantenibilidad, Confiabilidad y disponibilidad como las herramientas para realizar las actividades de seguimiento y control al proceso de mantenimiento, con los cuales podemos garantizar que el proceso de mantenimiento siempre sea un proceso de mejoras continua.
- La implementación del programa de mantenimiento no se debe ver como un gasto sino al contrario se debe tomar como una inversión, ya que al disminuir los tiempos de parada de los equipos la eficiencia de la empresa aumentará, ofreciendo productos de óptima calidad a un menor costo, logrando así que la empresa sea más competitiva .
- La utilización adecuada de guías, instructivos y registros de mantenimiento según los requisitos exigidos por la norma ISO 9000 versión 2000, garantizará el desarrollo y culminación satisfactoria de todas las actividades planeadas.

- La implementación del programa de mantenimiento bajo la norma ISO 9001 versión 2000 busca generar una conciencia y un compromiso por parte del personal involucrado en las actividades propias del mantenimiento.
- La capacitación tanto al personal de mantenimiento, como al personal de producción sobre el programa de mantenimiento es uno de los principales factores para que dicho programa sea fácilmente implementado.
- Observando los resultados obtenidos en la valoración económica podemos darnos cuenta que cualquier esfuerzo realizado en las condiciones actuales de Superpolo S.A., garantiza una mejora muy importante dentro del proceso productivo.

BIBLIOGRAFIA

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. México: Compañía editorial continental, 1998. 345 p.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Principios de Mantenimiento. Bogotá: UIS, 197 p.

HERRERA, Jorge. El mantenimiento planificado sistema fundamental para mejorar la productividad. Colombia. 2001. 65 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Presentación de Tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Bogotá: ICONTEC., 1996. 38 p. NTC.1846.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Documentación citas y notas de pie de página. Bogotá: INCONTEC., 1995. 7 p. NTC.1487.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Seguridad de funcionamiento y calidad del servicio. Mantenimiento. Terminología. Bogotá: ICONTEC., 1999. 20 p. GTC.62

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas de gestión de la calidad fundamentos y vocabulario. Bogotá: INCONTEC., 2000. 37 p. NTC ISO 9000.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas de gestión de la calidad requisitos. Bogotá: INCONTEC., 2000. 28. NTC ISO 9001.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas de gestión de la calidad directrices para la mejora del desempeño. Bogotá: INCONTEC., 2000. 85. NTC ISO 9004.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Guía para pequeñas empresas. Bogotá: INCONTEC., 2000. 172.

NAVARRO ELOLA, Luis. Gestión integral de mantenimiento. Madrid: Marcombo, 1997.112 p.

PÉREZ MARTÍNEZ, Francisco. La tribología ciencia y técnica para el mantenimiento. México: Limusa.1997. 250 p.

URBINA BACA, Gabriel. Evaluación de proyectos. México: Mc Graw-Hill, 1995 p 179

ANEXOS

| | | |
|--|---|------------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO | DOCUMENTO No. P 22 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO MANTENIMIENTO | FECHA 25/02/04 | REVISIÓN 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 106 DE 5 | |

TABLA DE CONTENIDO

- 1. OBJETIVO**
- 2. APLICACIÓN**
- 3. DOCUMENTOS NECESARIOS**
- 4. DEFINICIONES**
- 5. CONDICIONES GENERALES**
 - 5.1 Enfoque**
 - 5.2 Coordinación de los trabajos de mantenimiento**
 - 5.3 Coordinación de trabajos de adecuación de infraestructura**

1. OBJETIVO

Esta norma fija las condiciones exigibles para garantizar el mantenimiento de la infraestructura, instalaciones, equipos y herramientas.

2. APLICACIÓN

Aplica para todos los procesos por la generación de solicitudes de mantenimiento y al proceso de mantenimiento por la realización de las labores de mantenimiento preventivo y correctivo en equipos, instalaciones y herramientas, así como la adecuación de la infraestructura relacionada con la elaboración del producto.

3. DOCUMENTOS NECESARIOS

- ITA 30 Instructivo ingreso nuevos equipos, herramientas e instalaciones
- ITA 31 Instructivo programa de mantenimiento preventivo
- ITA 32 Instructivo indicadores de gestión
- R0103 Hoja de actividades realizadas
- R0104 Cronograma de mantenimiento anual
- R0111 Labores de mantenimiento programado
- R0112 Solicitudes de mantenimiento
- R0113 Orden de mantenimiento
- M06 Manual solución de problemas

4. DEFINICIONES

- 4.1 *Equipo:*** Toda maquinaria electromecánica, equipos de soldar, compresores y vehículos.
- 4.2 *Herramienta Manual:*** Toda herramienta de accionamiento eléctrico ó neumático de uso manual.
- 4.3 *Instalaciones:*** Son los sistemas de distribución y control de todo tipo de energía (eléctrica, hidráulica, neumática y gas).

| | | | |
|--|--|---|------------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | | TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO | DOCUMENTO No. P 22 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO MANTENIMIENTO | | FECHA 25/02/04 | REVISIÓN 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | | PÁGINA 107 DE 5 | |

COPIA NO CONTROLADA

4.4 se evalúa el impacto negativo que ocasionaría el daño de alguno de ellos a la producción, la calidad del producto, seguridad industrial y el medio ambiente.

4.5 **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento que se realiza a equipos, instalaciones y herramientas con un nivel de criticidad alto, medio y bajo en forma planificada y programada, basándose e inspecciones periódicas y mantenimientos recomendados por el fabricante, para descubrir posibles fallas y aumentar la vida útil de los equipos e instalaciones.

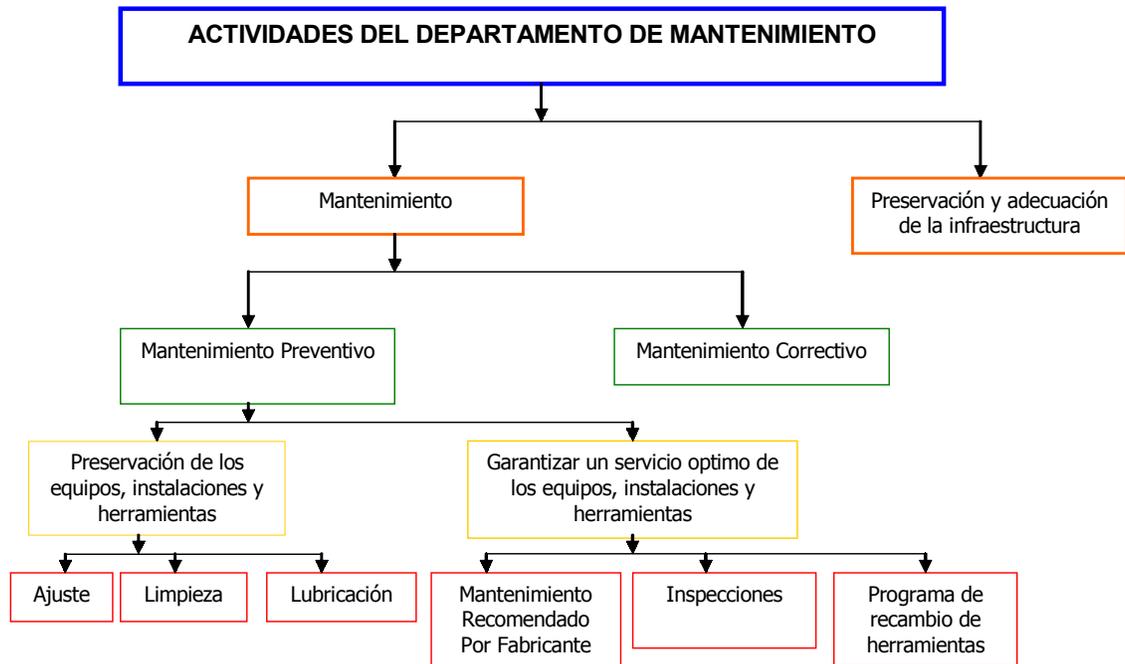
4.6 **Mantenimiento Correctivo:** Es el mantenimiento que se realiza a equipos, instalaciones y herramientas con un nivel de criticidad bajo, donde la reparación se lleva a cabo hasta que se presente la falla.

4.7 **Infraestructura:** Es toda área física de la empresa relacionada con la elaboración del producto que sirve para el asentamiento de la empresa.

5. CONDICIONES GENERALES

5.1 Enfoque

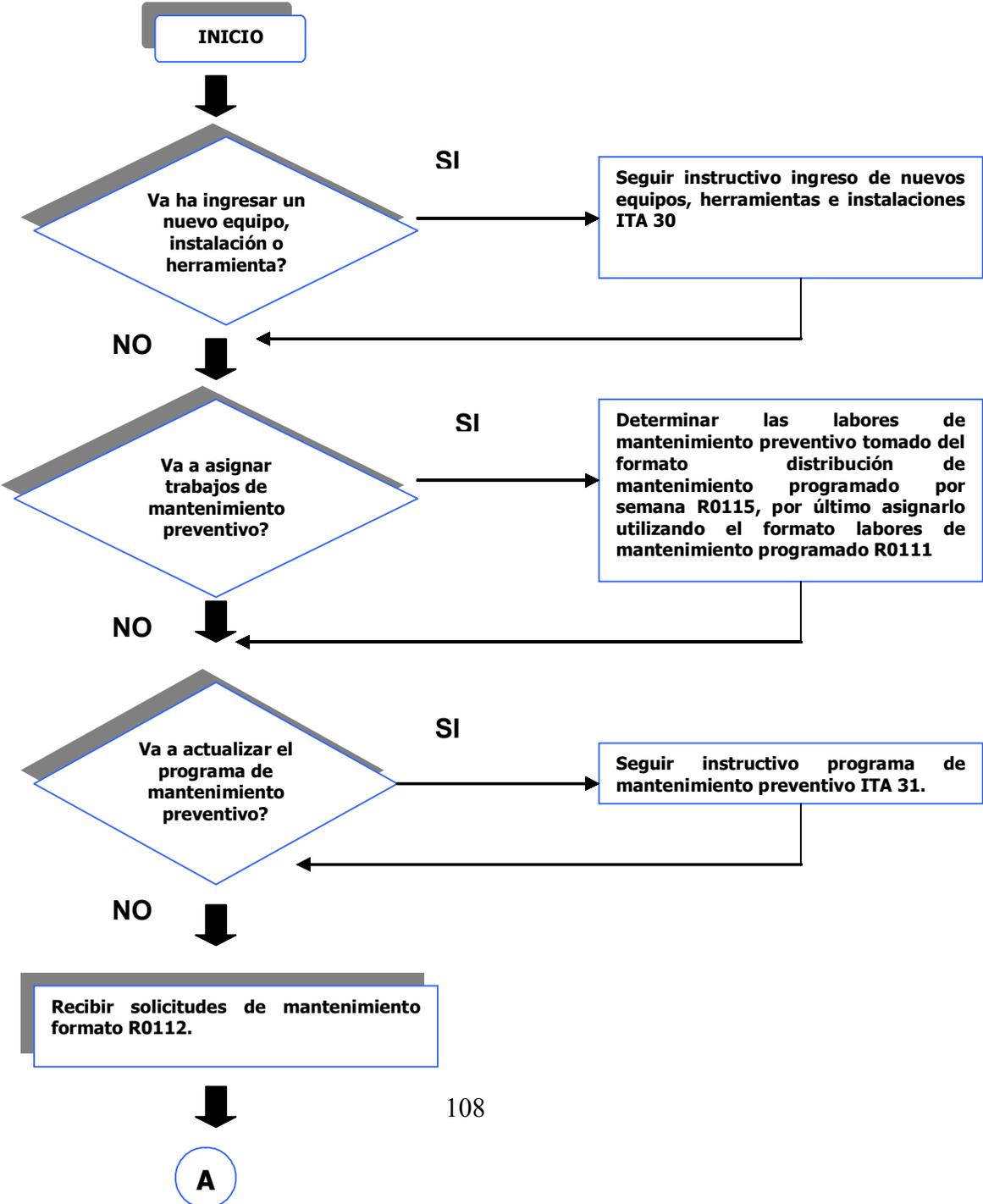
El departamento de mantenimiento esta enfocado en dos actividades primordiales que debe desarrollar. La primera actividad esta relacionada con las labores de mantenimiento que se deben realizar en los equipos, instalaciones y herramientas de la empresa, donde la preservación, así como el aseguramiento de la calidad del servicio que prestan cada uno de estos en el proceso productivo es la prioridad. Por otro lado el departamento de mantenimiento debe satisfacer las necesidades de adecuación y preservación de la infraestructura para garantizar finalmente el cumplimiento de los requisitos del producto ofrecidos por la empresa.



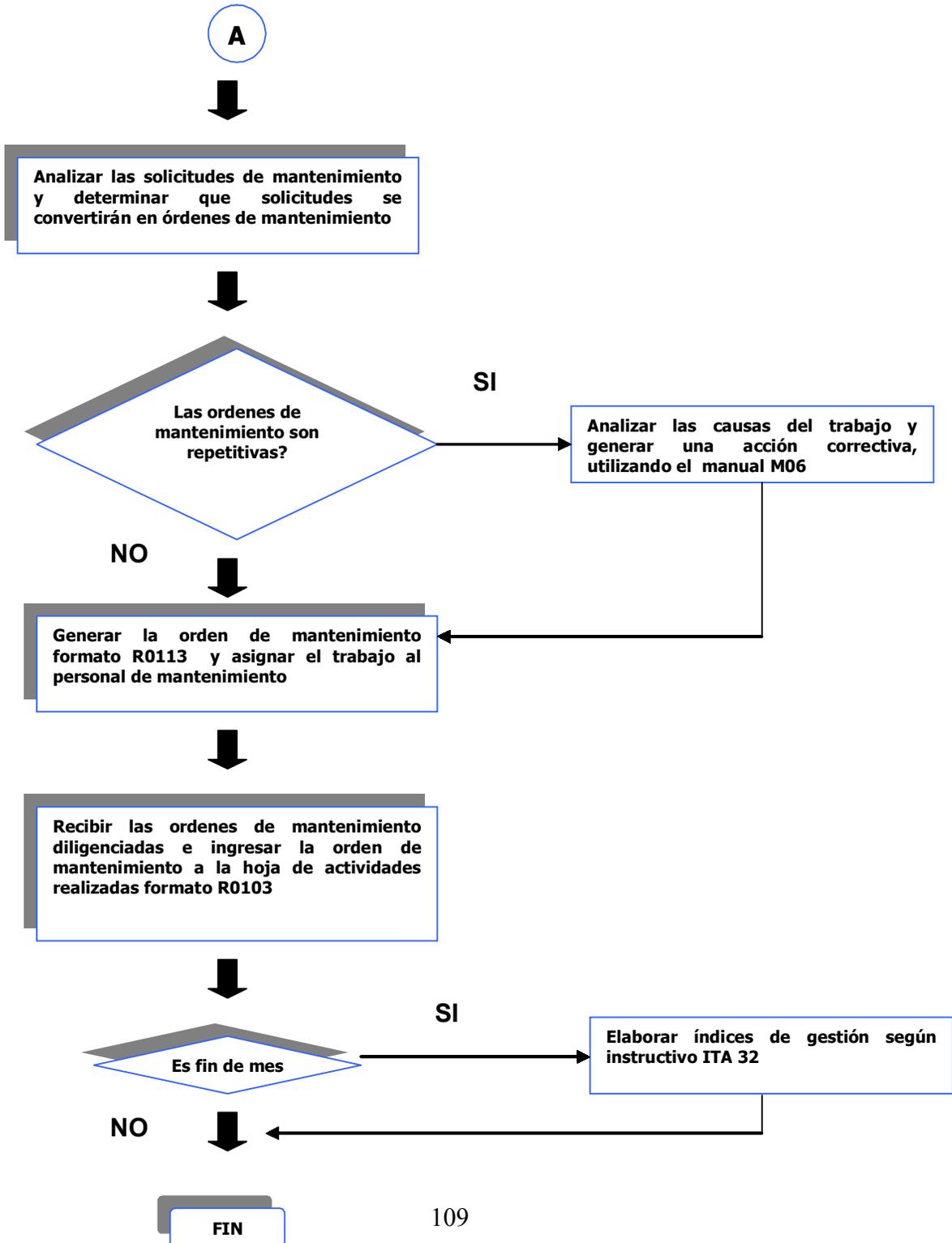
| | | |
|-----------------------|------------------------|---------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO | DOCUMENTO No. |
| | PROCEDIMIENTO | P 22 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO | FECHA | REVISIÓN |
| MANTENIMIENTO | 25/02/04 | 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 108 DE 5 | |

5.2 Coordinación De Los Trabajos De Mantenimiento.

Para la coordinación de los trabajos de mantenimiento, se elaboraron una serie de instructivos, los cuales explican paso a paso como realizar el mantenimiento a todos los equipos, instalaciones y herramientas de la empresa. Los pasos a seguir, así como su instructivo y formatos relacionados, se encuentran en el siguiente diagrama de flujo.



| | | |
|-----------------------|------------------------|---------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO | DOCUMENTO No. |
| | PROCEDIMIENTO | P 22 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO | FECHA | REVISIÓN |
| MANTENIMIENTO | 25/02/04 | 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 109 DE 5 | |



| | | |
|-----------------------|--|------------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO PROCEDIMIENTO | DOCUMENTO No. P 22 |
| | NOMBRE DEL DOCUMENTO MANTENIMIENTO | FECHA 25/02/04 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 110 DE 5 | |

Nota 1: En caso que el daño reportado sea de una herramienta manual, verificar el cronograma de recambio de la herramienta antes de realizar la reparación.

5.3 Coordinación De Los Trabajos De Preservación Y Adecuación De La Infraestructura.

Para la coordinación de los trabajos de preservación y adecuación de la infraestructura, es necesario que los trabajos sean solicitados utilizando el formato solicitud de mantenimiento R0112, dicho trabajo debe ser evaluado por el jefe de mantenimiento y en caso de su aceptación se debe generar una orden de mantenimiento utilizando el formato Orden de mantenimiento R0113

| | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------|
| Emisor (Gerencia) | PRODUCCIÓN | |
| Fecha de Oficialización | 10/04/04 | |
| Responsable | Jefe de Mantenimiento | |
| Aprobado por VALTUIR RODRIGUEZ | CARGO GERENTE DE PRODUCCIÓN | FIRMA |

| | | |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO INSTRUCTIVO | DOCUMENTO No. ITA 30 |
| | NOMBRE DEL DOCUMENTO INGRESO DE NUEVOS EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSTALACIONES | FECHA 8/03/04 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 111 DE 7 | |

1. OBJETIVO

El objetivo de este instructivo es el de establecer las actividades para el ingreso de nuevos equipos, instalaciones y herramientas al programa de mantenimiento.

2. APLICACIÓN

Aplica a todos los equipos, instalaciones y herramientas de la empresa.

3. PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

| Ítem | DIAGRAMA DE FLUJO | INSTRUCCIÓN | RESPONSABLE | DOCUMENTO |
|------|---|--|-------------|-----------|
| 1. | <pre> graph TD A[INICIO] --> B[CODIFICACIÓN] B --> C[ARCHIVAR CATALOGO DE EQUIPO] C --- D((A)) </pre> | Se inicia ingresando el nuevo equipo o herramienta al listado maestro de equipos y herramientas de la sección correspondiente formato R0100, dicho listado se lleva por separado para cada una de las secciones de la empresa. | J.M | R 0100 |
| 2. | | Codificar equipos y herramientas según lo especificado en el punto cuatro: Sistema de codificación de equipos de este documento | J.M | No aplica |
| 3. | | <i>Él catalogo del equipo o herramienta debe ser ingresado al listado codificación de catálogos F0101, posteriormente se debe archivar dicho catálogo según consecutivo.</i> | J.M | F 0101 |

| | | | |
|--|--|---|--------------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | | TIPO DE DOCUMENTO INSTRUCTIVO | DOCUMENTO No. ITA 30 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO INGRESO DE NUEVOS EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSTALACIONES | | FECHA 8/03/04 | REVISIÓN 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | | PÁGINA 112 DE 7 | |

| Ítem | DIAGRAMA DE FLUJO | INSTRUCCIÓN | RESPONSABLE | DOCUMENTO |
|------|---|--|-------------|---|
| 4. | <pre> graph TD A((A)) --> B[INGRESO A] B --> C[INGRESO INSTALACIONES A] C --> D[INGRESO HERRAMIENTAS A] </pre> | <p>Según el nivel de criticidad de los equipos(Ver punto 5: Nivel de criticidad de equipos de este documento), se les debe abrir una carpeta que contenga diligenciados los siguientes formatos:</p> <p>A todos los equipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tarjeta maestra de equipos formato R0102 - Control de actividades realizadas formato R0103 - Mantenimiento preventivo ajuste , limpieza y lubricación formato R0107 <p>Equipos de criticidad alta y media:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mantenimiento recomendado por el fabricante formato R0106 <p>Equipos de criticidad alta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento Preventivo Inspecciones formato R0105 | J.M | Formato R0102 Formato R0103 Formato R0105 Formato R0106 Formato R0107 |
| 5. | | Para instalaciones (eléctrica, neumática o gas) se debe diligenciar el formato mantenimiento preventivo instalaciones R0108. | J.M | Formato R0108 |
| 5. | | Para herramientas diligenciar el programa de recambio de herramientas según lo descrito en instructivo programa de mantenimiento preventivo ITA 31 | J.M | Instructivo ITA 31 |

| | | |
|--|---|--------------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO INSTRUCTIVO | DOCUMENTO No. ITA 30 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO INGRESO DE NUEVOS EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSTALACIONES | FECHA 8/03/04 | REVISIÓN 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 113 DE 7 | |

6. SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS.

Nota 1: El código de identificación solo aplica a equipos, las herramientas se identifican con el número de serie.

6.1 CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

El código de equipos consta de 8 dígitos seguidos Ver figura 1.

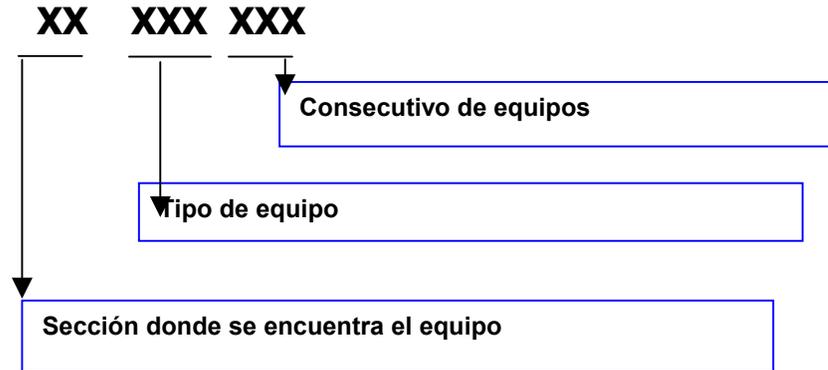


Figura 1. Código de identificación de equipos

- Sección Donde Se Encuentra El Equipo: XX

Los dos primeros dígitos indican la sección donde está ubicado el equipo, dichos dígitos están especificados en la tabla 1.

| NÚMERO | SECCIÓN |
|---------------|----------------------------|
| 10 | Fabricación de Componentes |
| 20 | Montaje A |
| 30 | Montaje B |
| 40 | Pintura |
| 50 | Fabricación de Fibra |
| 60 | Desarrollo |
| 80 | Mantenimiento |

Tabla 1. Identificación De Las Secciones De La Empresa

| | | |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO INSTRUCTIVO | DOCUMENTO No. ITA 30 |
| | NOMBRE DEL DOCUMENTO INGRESO DE NUEVOS EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSTALACIONES | FECHA 8/03/04 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 114 DE 7 | |

- **Tipo De Equipo: XXX**

El tercero, cuarto y quinto dígito corresponden a un número, que indica el tipo de equipo, esta enumeración es consecutiva y sin interrupción y dejando la numeración abierta para anexar futuros tipos de equipos, estos dígitos están especificados en la tabla 2.

- **Consecutivo : XXX**

El sexto, séptimo y octavo dígito, corresponden a un número que indica la cantidad de equipos del mismo tipo que se encuentran en la sección.

| NUMERO | TIPO DE EQUIPO |
|---------------|-----------------------------------|
| 1 | PUENTE GRUAS |
| 2 | DOBLADORAS DE LAMINA |
| 3 | GUILLOTINA PARA LAMINA |
| 4 | TROQUELADORAS |
| 5 | PRENSA HIDRAULICAS |
| 6 | TALADRO DE ARBOL |
| 7 | SEGUETA MECANICA |
| 8 | SIERRA CIRCULAR |
| 9 | SIERRA SINFÍN |
| 10 | CURVADORA DE TUBOS |
| 11 | COMPRESORES |
| 12 | CAJEADORA |
| 13 | MAQUINAS DE ASPERSION DE FIBRA |
| 14 | MAQUINA DE APLICACIÓN DE GEL COAT |
| 15 | ESTACION PARA PRUEBA DE AGUA |
| 16 | ASPIRADORA INDUSTRIAL |
| 17 | MAQUINA HIDROLAVADORAS |
| 18 | CABINAS DE PINTURA |
| 19 | HORNOS |
| 20 | VEHICULOS |
| 21 | PANTOGRAFO |

Tabla 2. Identificación De Equipos Y Componentes

| | | |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO INSTRUCTIVO | DOCUMENTO No. ITA 30 |
| | NOMBRE DEL DOCUMENTO INGRESO DE NUEVOS EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSTALACIONES | FECHA 8/03/04 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 115 DE 7 | |

4.2 ROTULO DE IDENTIFICACIÓN

Una vez se halla definido el código de identificación, se debe proceder a implementar dicho código a los diferentes equipos y componentes de instalaciones, presentes en las secciones de la empresa, para tal efecto se debe diseñar un rotulo con las siguientes especificaciones mínimas. Ver figura 2.



Figura 2. Rotulo identificación de equipos

7. NIVEL DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

Para establecer la criticidad de equipos se debe determinar la frecuencia de fallo del equipo y la consecuencia del fallo, para esto se debe utilizar el formato R0109 que debe ser diligenciado por representantes de los procesos de producción, seguridad industrial, mantenimiento y calidad.

5.1 FRECUENCIA DE FALLO: Para determinar la frecuencia de fallo se debe asignar un índice según la tabla 3.

| FRECUENCIA DE FALLAS (FF) | |
|----------------------------------|---|
| Mayor a dos fallas por año | 4 |
| Dos fallas por año | 3 |
| Una falla por año | 2 |
| No presento falla | 1 |

Tabla 3. Índice Frecuencia de Fallo

| | | |
|--|------------------------|---------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO | DOCUMENTO No. |
| | INSTRUCTIVO | ITA 30 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO | FECHA | REVISIÓN |
| INGRESO DE NUEVOS EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSTALACIONES | 8/03/04 | 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 116 DE 7 | |

5.2 CONSECUENCIA: La consecuencia se obtiene de la interrelacionar 4 factores según la siguiente formula.

$$C = (IO * FO) + CM + SM$$

Donde:

C= Consecuencia
 IO= Impacto operacional
 FO= Flexibilidad Operacional
 CM= Costo De Mantenimiento
 SM= Impacto en la Seguridad Y Medio Ambiente

Los anteriores índices se obtienen de la tabla 4.

| IMPACTO OPERACIONAL (IO) | |
|---|----|
| No existe opción de producción | 10 |
| Se puede producir parcialmente | 7 |
| Afecta calidad del producto | 4 |
| No genera ningún efecto negativo | 1 |
| FLEXIBILIDAD OPE (FO) | |
| No existe equipo sustituto | 4 |
| Existe equipo sustituto | 1 |
| COSTO DE MANTENIMIENTO (CM) | |
| Mayor a \$ 500.000 | 2 |
| Menor a \$ 500.000 | 1 |
| IMPACTO DE SEG INDUSTRIAL Y MEDIO AMB (SM) | |
| Genera alto impacto a medio ambiente o seguridad industrial, multas gubernamentales | 8 |
| Genera alto impacto a medio ambiente o seguridad industrial | 7 |
| Daño afecta levemente la integridad física de las personas | 5 |
| Provoca daños menores al medio ambiente | 3 |
| No provoca ningún daño a personas ni el medio ambiente | 1 |

Tabla 4. Tabla determinación indicadores de consecuencia

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | TIPO DE DOCUMENTO INSTRUCTIVO | DOCUMENTO No. ITA 30 |
| | NOMBRE DEL DOCUMENTO INGRESO DE NUEVOS EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INSTALACIONES | FECHA 8/03/04 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 117 DE 7 | |

5.3 DETERMINACIÓN NIVEL DE CRITICIDAD: Utilizando la matriz de criticidad figura 3, y cruzando los datos obtenidos de frecuencia y consecuencia se obtiene si el equipo es de criticidad alta, media o baja.

| | | | | | | |
|--|---|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| F R E C U E N C I A | 4 | MED | MED | ALTO | ALTO | ALTO |
| | 3 | MED | MED | MED | ALTO | ALTO |
| | 2 | BAJO | BAJO | MED | ALTO | ALTO |
| | 1 | BAJO | BAJO | BAJO | MED | ALTO |
| | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| | | CONSECUENCIA | | | | |

Figura 3. Matriz de criticidad de equipos

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------|
| Emisor (Gerencia) | PRODUCCIÓN | |
| Fecha de Oficialización | 8/03/04 | |
| Responsable | JEFE DE MANTENIMIENTO | |
| Aprobado por VALTUIR RODRIGUEZ | CARGO GERENTE PRODUCCIÓN | FIRMA |

| | | |
|---|-------------------------------|---------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO | DOCUMENTO No. |
| | INSTRUCTIVO | ITA 31 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO | FECHA | REVISIÓN |
| PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 8/03/04 | 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 118 DE 2 | |

1. OBJETIVO

El objetivo de este instructivo es el de establecer las actividades de mantenimiento preventivo a equipos, instalaciones y herramientas.

2. APLICACIÓN

Aplica a todos los equipos, instalaciones y herramientas de la empresa.

3. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

3.1 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A EQUIPOS A INSTALACIONES.

3.1.1 DILIGENCIAMIENTO FORMATOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para diligenciar los formato mantenimiento preventivo inspecciones R0105, mantenimiento recomendado por el fabricante R0106 y mantenimiento preventivo, ajuste limpieza y lubricación R0107, mantenimiento preventivo instalaciones R0108, se debe definir las tareas que se van a realizar, la frecuencia con la que se van a desarrollar dichas tareas, es decir si es diario, mensual, trimestral, semestral o anual y por ultimo para cada tarea o conjunto de tareas se debe generar una guía de trabajo formato R0114 donde se especifica la manera como se debe realizar el trabajo, el tiempo que dura dicha labor, las herramientas, repuestos y normas técnicas a utilizar, así como cuidados de seguridad industrial que se deben considerar para realizar el trabajo y el manejo de desechos como aceites y cuidado del medio ambiente.

3.1.2 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL

El mantenimiento preventivo a equipos e instalaciones se realiza diligenciando el cronograma de mantenimiento anual formato R0104, para diligenciar dicho formato se toman las guías de trabajo de los datos consignados en los formatos mantenimiento preventivo inspecciones R0105, mantenimiento recomendado por el fabricante R0106 y el formato mantenimiento preventivo, ajuste limpieza y lubricación R0107 de cada uno de los equipos y el formato programa de mantenimiento preventivo de instalaciones R0108, y dependiendo la frecuencia se distribuyen en el formato cronograma de mantenimiento anual formato R0104.

3.1.3 DISTRIBUCIÓN MANTENIMIENTO PROGRAMADO POR SEMANA

El formato Distribución mantenimiento programado por semana R0115 se diligencia para cada una de las semanas del año tomando las guías de trabajo de la semana que se va programar del cronograma de mantenimiento anual formato R0104, dichas guías se distribuyen de lunes a sábado de tal forma que el total de guías que se programan por día y el tiempo total para ejecutarlas quede balanceado y se pueda ejecutar con el personal designado para realizar las labores de mantenimiento preventivo.

| | | |
|---|------------------------|---------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO | DOCUMENTO No. |
| | INSTRUCTIVO | ITA 31 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO | FECHA | REVISIÓN |
| PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO | 8/03/04 | 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 119 DE 2 | |

3.2 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A HERRAMIENTAS.

3.2.3 PROGRAMA DE RECAMBIO DE HERRAMIENTAS.

Para las herramientas neumáticas, debido a sus elevados costos de reparación se ha diseñado un plan de recambio dependiendo de las horas de vida de cada herramienta garantizadas por el fabricante, para tal efecto se realiza el seguimiento a cada una de las herramientas diligenciando el formato R 0110

| | | |
|-------------------------|-----------------------------|-------|
| Emisor (Gerencia) | PRODUCCIÓN | |
| Fecha de Oficialización | 8/03/04 | |
| Responsable | JEFE DE MANTENIMIENTO | |
| Aprobado por | CARGO GERENTE PRODUCCIÓN | FIRMA |

| | | |
|---|------------------------|---------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO | DOCUMENTO No. |
| | INSTRUCTIVO | ITA 32 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO | FECHA | REVISIÓN |
| INDICADORES DE GESTIÓN - MANTENIMIENTO | 8/03/04 | 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 120 DE 3 | |

1. OBJETIVO

El objetivo de éste instructivo es el de establecer las actividades para elaborar los índices de gestión y así medir la efectividad del departamento de mantenimiento

2. APLICACIÓN

Aplica al proceso de mantenimiento por la elaboración mensual de los indicadores de gestión.

3. ÍNDICES DE GESTIÓN

Los principales índices de gestión son: disponibilidad, confiabilidad y la mantenibilidad.

3.1 Mantenibilidad: Es la probabilidad que un equipo, que salió de las condiciones optimas del servicio para realizar el trabajo, vuelva en un tiempo determinado a restablecer las condiciones optimas de servicio para el cual fue adquirido. La mantenibilidad se conoce como el tiempo medio de reparación o TMDR.

$$\text{TMDR} = \text{Tiempo fuera de servicio} / \text{Número de paradas}$$

Donde :

- TMDR : Tiempo medio de reparación.
- Tiempo fuera de servicio: Es el tiempo total durante el cual el recurso no esta disponible por causa de alguna avería.
- Numero de paradas: Es la cantidad de paradas

| | | |
|---|-------------------------|----------------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO | DOCUMENTO No. |
| | INSTRUCTIVO | ITA 32 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO INDICADORES DE GESTIÓN - MANTENIMIENTO | FECHA 8/03/04 | REVISIÓN 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 121 DE 3 | |

3.2 Confiabilidad : Es la probabilidad que un equipo, pueda mantenerse en servicio, durante un tiempo determinado. La confiabilidad se conoce como el tiempo medio entre fallas o TMEF.

$$\text{TMEF} = \text{Tiempo real trabajado} / \text{Número de paradas}$$

Donde :

- TMEF: Tiempo medio entre fallas.
- Tiempo real trabajado: Es el tiempo deseado para que el recurso estuviera trabajando, menos el tiempo que el recurso duro parado a causa de fallas presentadas.
- Numero de paradas: Es la cantidad de paradas.

3.3 Disponibilidad: Es la probabilidad que un recurso, se encuentre trabajando o apto para trabajar en condiciones optimas de operación, dentro de un periodo de tiempo que se hubiere querido producir.

$$D = \text{Tiempo real trabajado} / \text{Tiempo deseado}$$

Donde :

- D : Disponibilidad del recurso
- Tiempo real trabajado: Es el tiempo deseado para que el recurso estuviera trabajando, menos el tiempo que el recurso duro parado a causa de fallas presentadas.
- Tiempo deseado: Es el tiempo que se espera el equipo este trabajando, es decir el tiempo de producción del recurso sin anomalías.

| | | |
|---|------------------------|---------------|
| SUPERPOLO S.A. | TIPO DE DOCUMENTO | DOCUMENTO No. |
| | INSTRUCTIVO | ITA 32 |
| NOMBRE DEL DOCUMENTO | FECHA | REVISIÓN |
| INDICADORES DE GESTIÓN - MANTENIMIENTO | 8/03/04 | 0 |
| ARCHIVO ELECTRÓNICO | PÁGINA 122 DE 3 | |

$$D = \text{TMEF} / (\text{TMEF} + \text{TMDR})$$

Donde :

- D : Disponibilidad del recurso
- TMEF: Tiempo medio entre fallas.
- TMDR: Tiempo medio de reparación

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------|
| Emisor (Gerencia) | PRODUCCIÓN | |
| Fecha de Oficialización | 8/03/04 | |
| Responsable | JEFE DE MANTENIMIENTO | |
| Aprobado por VALTUIR RODRIGUEZ | CARGO GERENTE PRODUCCIÓN | FIRMA |

SUPERPOLO S.A.

Introducción

**Conceptos
Generales**

Lluvia de

Diagrama

Diagrama de Barras

Matriz

Gráficos de

**Diagrama de
PARETO**

Manual de Solución de Problemas

Generando futuro con calidad

Introducción

Este Manual contiene una guía sencilla que lo ayudará a encontrar la herramienta apropiada y efectiva para la solución de problemas a través del análisis de datos, que permitan el MEJORAMIENTO CONTINUO de nuestros procesos .

Tenga en cuenta que estas herramientas:

- Se deben trabajar en equipo con los colaboradores implicados en el proceso o actividad a mejorar
- Pueden ser utilizadas para encontrar las causas de no conformidades y generación de acciones planteadas en el Reporte de no conformidades y en el formato de Seguimiento a indicadores de gestión .

¿Qué es problema?

Existen varios conceptos que lo definen claramente:

1. Es la diferencia entre el resultado actual de una actividad y el resultado esperado (objetivo — meta).
2. Es el resultado indeseado de un proceso
3. Es una situación en la cual el rendimiento o el comportamiento no satisface las expectativas
4. Es una No conformidad
5. *Es una oportunidad de mejoramiento*

DATOS:

¿Para qué sirven los datos?

Los datos conforman la información y sirven para adoptar medidas y tomar decisiones.

¿Cuáles son sus beneficios?

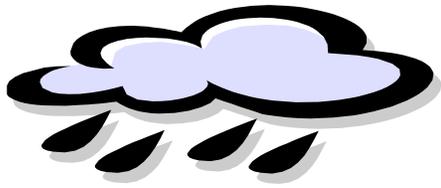
- Mediante la comparación de resultados reales contra los estándares, metas u objetivos, se pueden evidenciar las desviaciones con el fin de generar medidas correctivas o preventivas apropiadas.
- Conocer como regular un proceso con relación a una especificación



- Aceptación o rechazo de un producto

Es valido un dato si:

- Si es cuantitativo
- Origen o fuente
- Fecha de registro
- Responsable
- Instrumento de medición
- Método de medición empleado
- Su naturaleza o índole



Lluvia de Ideas

Es una técnica usada para ayudar a un grupo a crear tantas ideas como sea posible en el menor tiempo, expandiendo el pensamiento para incluir todas las dimensiones de un problema.

La lluvia de ideas puede ser usada en dos formas:

- Estructurada: Donde cada persona en el grupo debe dar alguna idea conforme le toca el turno de participación; en el caso de no aportar alguna, deberá esperar su turno en la siguiente vuelta
- Sin estructurar: en este método los miembros del grupo aportan ideas tan pronto como les vienen a la mente; crea una atmósfera más relajada, pero se corre el riesgo que solo participen los más extrovertidos

En ambos métodos las reglas son las mismas :

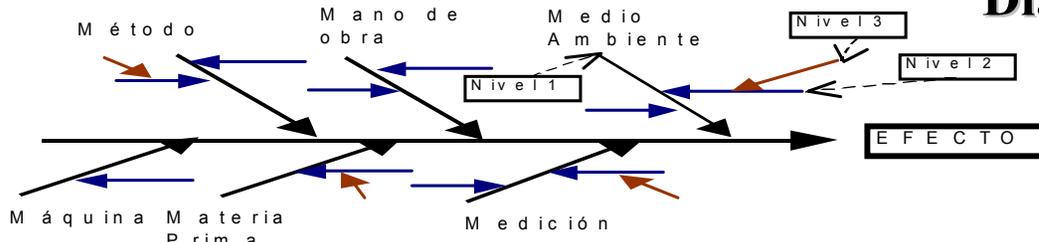
- Nunca critiques las ideas
- Todos deben estar de acuerdo en la pregunta o asunto que esta siendo tratado
- Anote las palabras del que aporta la idea; no las interprete a su manera
- Sea breve



Los pasos incluyen lo siguiente:

- Identifique un moderador
- Formule claramente el propósito de la sesión
- Cada miembro del equipo expresa una sola idea
- Las ideas debe ser escritas en un lugar donde todos las puedan ver
- Al final se revisan todas las ideas para hacer aclaraciones si es necesario
- La selección de las mejores o la mejor opción se hace basado en los criterios iniciales

Diagrama Causa - Efecto



La técnica consiste en definir un problema (efecto o característica de calidad) y asociados los factores que contribuyen a él (causas).

Se recomienda definir los factores causales bajo la metodología de la Espina de pescado ó Diagrama 6 Emes: Mano de obra, Materia Prima, Maquinaria, Método de trabajo, Medio Ambiente y Sistemas de Medición.

PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DIAGRAMA CAUSA – EFECTO:

- Defina una frase que describa el problema
- Identifique las causas mayores a través de las 6 emes: Materiales, Máquinas, Mano de obra, Métodos, Medio Ambiente, Medición
- Identifique las sub-causas a través de una lluvia de ideas.
- Se desarrolla el diagrama analizando y escribiendo todas las causas del nivel siguiente, y se continua este procedimiento hasta los niveles de orden superior.
- Identifique y seleccione de 3 a 5 causas del nivel superior que tenga mayor incidencia sobre el efecto y que requieran acción adicional

Nota: (solo se anotan las causas, no las soluciones a los problemas)

Este diagrama sirve para identificar diversos factores que afectan un resultado, como para clasificarlos y relacionarlos entre si.

Por otra parte, sirve también para tomar acciones preventivas, pues proporciona una visión de conjunto dado por factores que influyen en la calidad de los resultados o las fases de un proceso.

El principio fundamental es que no existe efecto sin causa.

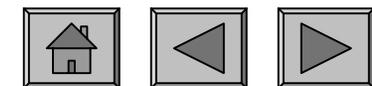
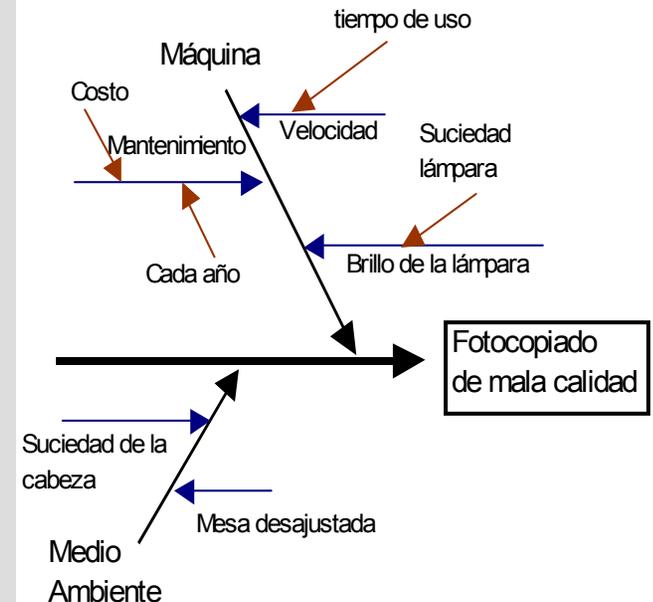
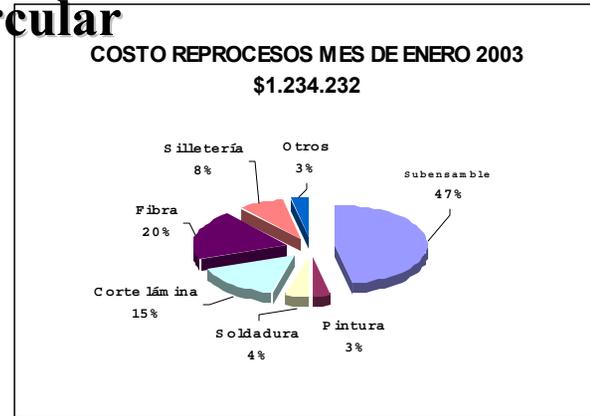
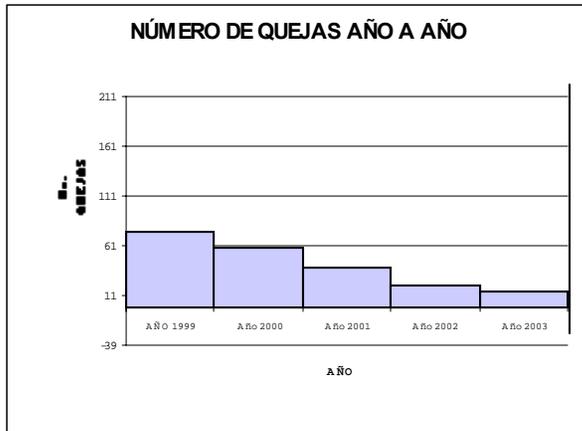


Diagrama de barras y gráfico circular

Los **gráficos de barras** consiste en una serie de rectángulos con igual amplitud sobre el eje X. Las medidas sobre el eje Y corresponden a los niveles o valores de varias características. Este tipo de gráfico permite comparar las diferencia entre las diferentes características de un determinado momento o las que se han producido en una misma característica al transcurrir el tiempo.



Los **gráficos circulares** son gráficos que nos muestran participación donde el círculo completo representa el 100% de los datos mostrados. El círculo es dividido en partes de porcentaje que claramente muestran la información.



Otros métodos para encontrar las causas

Los 5 porqué?

Consiste en averiguar la causa original de un efecto hallando el porqué de cada causa posterior y sucesiva a dicho efecto 5 veces !

Matriz BESTER o de correlación entre acciones

Método de la Matriz Bester sirve para identificar las causas de un problema detectado y la relación e impacto entre ellas. La interrelación nos muestra que si atacamos la causa de mayor influencia sobre las demás, el problema se soluciona en entre un 70% a 80%.

PASOS PARA CONSTRUIR UNA MATRIZ BESTER.

- Identifique 6 causas del efecto
- Lleve las causas a una matriz como se muestra a continuación:

| IN-FLUENCIA | A | B | C | D | E | F | SUMA ACTIVA |
|-------------|---|---|---|---|---|---|-------------|
| A | | | | | | | 0 |
| B | | | | | | | 0 |
| C | | | | | | | 0 |
| C | | | | | | | 0 |
| E | | | | | | | 0 |
| F | | | | | | | 0 |
| SUMA PASIVA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

- Evalúe cada causa de acuerdo con la siguiente tabla:

| CRITERIOS | |
|-----------|----------------|
| 0 | Ningún efecto |
| 1 | Efecto débil |
| 2 | Efecto regular |
| 3 | Efecto fuerte |

- Grafique la suma pasiva Vs. la activa en un gráfico cartesiano como se muestra a continuación

Matriz BESTER o Correlación e entre acciones

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|-------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | |
| ACCIONES PASIVAS | | | | | | | ACCIONES CRITICAS | | | | | | |
| S U M A A C T I V A | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| ACCIONES AMORTIGUADORAS | | | | | | | ACCIONES ACTIVAS | | | | | | |
| SUMA ACTIVA | | | | | | | | | | | | | |

Suma Activa: Es igual a la sumatoria horizontal de los valores asignados

Suma pasiva: es la suma vertical de los valores asignados a una acción

Al graficar la suma activa Vs. La suma pasiva los puntos se interpretan de acuerdo al cuadrante donde se ubiquen.

Escoja un punto crítico encontrado en el plano cartesiano de acuerdo al criterio definido. Si en el cuadrante critico no resultaron puntos, con el siguiente orden: crítico, Activos, Pasivos y Amortiguadores.

Acción Pasiva: Aquella acción que sufre mucho los efectos de los demás, pero sin influir mucho sobre aquellas; tiene una suma activa baja y una suma pasiva alta

Acción crítica: Aquella acción que influye mucho sobre los demás y que al mismo tiempo sufre mucho los efectos de estas ultimas; tienen una suma activa y pasiva alta

Acción amortiguadora: Aquella acción que sufre poco los efectos de las demás y que al mismo tiempo influye poco sobre las otras; tienen una suma activa y pasiva baja

Acción activa: Aquella acción que influye mucho sobre las demás sin sufrir mucho los efectos de ellas, tienen una suma activa alta y una pasiva baja

Gráficos de Control

Muestran la forma en la cual se comporta un proceso en un determinado intervalo de tiempo. Las gráficas contienen una línea central o media, un aline superior que marca el límite de control superior LCS y un límite de control inferior LCI.

En los espacios entre estas líneas se transcriben los resultados de las observaciones hechas a determinados intervalos de tiempo acerca del comportamiento del proceso con respecto a una variable especificada. Las gráficas de control proporcionan información acerca de: a. Del nivel medio en que opera el proceso, del grado de variación y de su estabilidad.

Antes de elaborar la gráfica se debe establecer: a. Propósito de la gráfica, variable a controlar, el tamaño de la muestra, estudio para asegurar el sistema de medición

CONSTRUCCIÓN DE LA GRAFICA:

- .Cálculos de promedios y rangos .
- .Calculo del promedio de promedio para la Línea central
- .Cálculo del rango promedio
- .Calculo de los límites de control

A través de las fórmulas:

LCS R= $D4 \cdot R$ y LCI R= $D3 \cdot R$

LCS X= $\bar{X} + A2R$ y LCI= $\bar{X} - A2R$

Los resultados de los datos en negrilla se encuentran en la tabla de CO

Recordemos que: Promedio es la suma de las mediciones dividida por la cantidad de observaciones y Rango es una medida de dispersión en un grupo de datos. (diferencia entre el dato mayor y el menor)

| TABLA DE CONSTANTES PARA GRAFICOS DE CONTROL | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|----|-------|-------|
| Tamaño de subgrupo | A2 | d2 | d3 | d4 | D3 | D4 | E2 |
| 2 | 1.880 | 1.128 | 0.853 | 0.954 | 0 | 3.267 | 2.66 |
| 3 | 1.023 | 1.693 | 0.888 | 1.588 | 0 | 2.574 | 1.772 |
| 4 | 0.729 | 2.059 | 0.880 | 1.978 | 0 | 2.382 | 1.457 |
| 5 | 0.577 | 2.326 | 0.864 | 2.257 | 0 | 2.114 | 1.290 |

Gráficos de Control

INTERPRETACIÓN:

Se dice que una gráfica esta fuera de control si:

- Uno o mas puntos caen fuera de los límites de control
- Siete (7) puntos seguidos entre los límites de control y la línea central

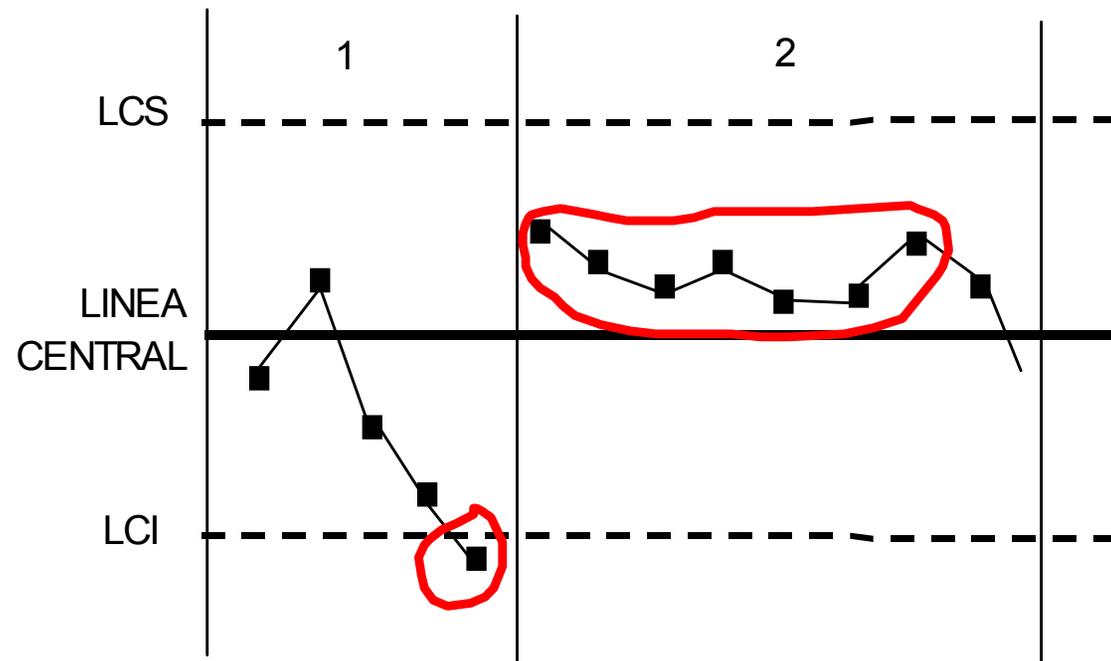




Diagrama de

El diagrama Pareto es una gráfica que muestra en forma ordenada el grado de importancia que tienen las diferentes causas de un determinado problema, considerando la frecuencia con que ocurren cada una de las causas.

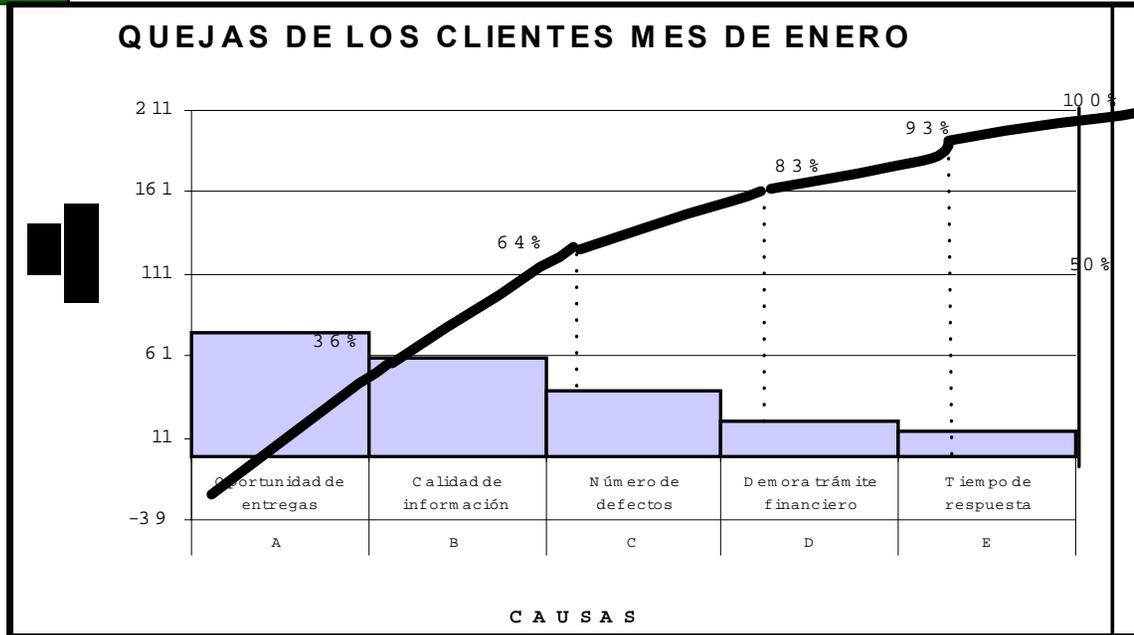
PASOS PARA ELABORAR UN GRÁFICO DE PARETO:

- Elabore una lista de los factores o causas potenciales de un problema considerando características fuera de especificación, tipos de defectos, componentes dañados...
- Seleccione la unidad de medición del patrón de comparación (frecuencia)
- Seleccione un periodo de tiempo: anual, por turno, ...
- Reúna los datos necesarios de cada categoría (el defecto A ocurrió x veces en el turno 1)
- Compare la frecuencia (Ej.: el defecto A ocurrió 75 veces, el defecto B ocurrió 100 veces)
- Enumere en orden decreciente
- Elabore el gráfico tal como se muestra en la figura.
- Resultado: El diagrama muestra que la oportunidad de entrega y la calidad de información representan el 64% de las quejas presentadas por lo clientes, las cuales constituyen las mejores oportunidades de mejoramiento .

(Ver ejemplo:)



Diagrama de PARETO



| QUEJAS DE LOS CLIENTES MES ENERO | | | |
|----------------------------------|---------------------------|------------|------|
| CAUSAS | CANTIDAD | PORCENTAJE | |
| A | Oportunidad de entregas | 75 | 36% |
| B | Calidad de información | 60 | 28% |
| C | Número de defectos | 40 | 19% |
| D | Demora trámite financiero | 21 | 10% |
| E | Tiempo de respuesta | 15 | 7% |
| TOTAL | | 211 | 100% |

SEÑALIZACION DE PISO

Las señales de piso se utilizan para indicar situaciones temporales que impiden o restringen transitoriamente el paso por una zona determinada o llaman la atención sobre una condición de riesgo temporal.

Ideales para ubicar en corredores, vías de circulación, restaurantes, cocinas, centros comerciales, oficinas y

en general en todos los sitios donde se necesite dar aviso temporal de alguna situación.

Impresas por ambas caras, de larga duración y con un sistema de fácil plegado para reducir espacio de almacenamiento.



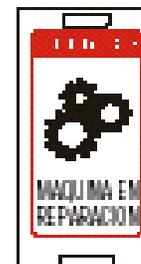
DP-001



DP-002



DP-003



DP-004



DP-005



DP-006



DP-007



DP-008



DP-009



DP-010



DP-011

| MATERIAL | TAMAÑO (cm) |
|---------------|-------------|
| POLIESTIRENO* | 68 x 30 |

* Carácter F10 (2.75 mm) impresa por dos caras, atornillada y empacada en bolsa de polietileno

CINTAS PARA DEMARCACION DE AREAS

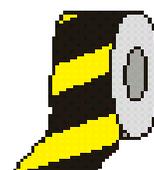
Apropiadas para demarcar zonas de alto tráfico, incluidos pisos, vigas, columnas, paredes, puertas de vidrio, áreas de maquinaria y almacenamiento,

equipos de protección contra incendio, etc. Pueden ser utilizadas en vez de la pintura, con una mejor presentación y durabilidad.

USO DE LA DEMARCACION



Ref. 005-001
Equipos contra incendio, alarmas



Ref. 005-002
Condiciones de peligro, columnas, escaleras, objetos volantes, riesgos de caídas.

| MATERIAL | TAMAÑO |
|---|----------------------|
| CINTA AJUSTADHESIVA SOBRELAMINADA DE ALTA RESISTENCIA | ROLLO 5 cm x 11 m |
| | METRO 5 cm x 1 m |

Con seguridad. Cíbralo con el nivel de Seguridad.

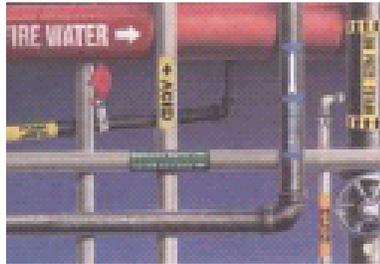


SEÑALIZACION DE TUBERIA

El Consejo Colombiano de Seguridad ofrece los sistemas de identificación de tuberías, de acuerdo con estándares internacionales (ANSI A13.1-1981), con el fin de prevenir accidentes en procesos de

mantenimiento o situaciones de emergencia en ductos ubicados en: plantas industriales exteriores o interiores, edificaciones residenciales, instalaciones comerciales y campos petrolíferos, entre otros.

| CARACTERÍSTICAS | |
|---------------------------|--|
| Materiales | : Vinil autoadhesivo |
| Espesor | : 0.1 mm |
| Vida útil estimada | : 5 años |
| Uso | : Aprobadas para uso en interiores y exteriores sobre superficies planas y secas. |
| Resistencia a temperatura | : De -40° C a 53° C |
| Resistencia a sustancias | : Tienen un adhesivo permanente, poseen buena resistencia a la mayoría de los aceites, solventes, ácidos y bases. |
| Diseño | : Se les puede incorporar las flechas de dirección, para señalar y reubicar según la dirección del flujo. |
| Respaldo de norma | : Cumplen con los requisitos establecidos por la Norma ANSI A13.1-1981, "Esquemas para la identificación de Sistemas de Tuberías". |



Las flechas y colores de las señales se basan en las recomendaciones de la ANSI.

CINTAS DIRECCIONALES DE FLUJO



La información de tuberías puede complementarse con flechas para identificar la dirección del flujo.

| REFERENCIA | COLOR | TAMAÑO |
|------------|------------------|----------------------|
| HT2ABLKYEL | AMARILLO / NEGRO | Rollo de 5 cm x 16 m |
| HT2AWHTGRN | VERDE / BLANCO | |
| HT2AWHTRED | ROJO / BLANCO | |
| HT2AWHTBLU | AZUL / BLANCO | |



| SEÑALES DE TUBERIA QUE PUEDE SOLICITAR | | |
|--|---------------|---------------------------|
| DIAMETRO EXTERNO TUBERIA (") | TIPO DE SENAL | TAMAÑO Largo x Ancho (cm) |
| 2 1/2 - 6 | A | - 35.5 x 5.1 |
| 3/4 - 2 1/2 | B | - 25.4 x 3.2 |
| < 3/4 | C | - 15.0 x 2.1 |

| LEYENDA |
|------------------------|
| Color de texto y fondo |
| ACEITE COMBUSTIBLE |
| ACIDO |
| AGUA |
| AGUA CALIENTE |
| AGUA DE PROCESO |
| AGUA FRIA |
| AGUA NO POTABLE |
| AGUA PARA CALDERA |
| AGUA PARA EL ROCIADOR |
| AGUA POTABLE |
| AIRE COMPRIMIDO |
| AIRE PARA INSTRUMENTOS |
| ALCOHOL |
| AMONIACO |
| CONDENSADO |
| GAS |
| GAS NATURAL |
| GAS PROPANO |
| CASOLINA |
| HIDROGENO |
| NITROGENO |
| OXI GENO |
| BETONNO CONDENSADO |
| VAPOR |
| VAPOR A ALTA PRESION |

Si desea una leyenda específica, la puede solicitar indicando el fondo (máximo 10 categorías, incluidos los espacios), el diámetro de la tubería y el sentido de la flecha direccional.