

**PROPUESTA GERENCIAL PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACION
DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
EQUIPOS E INSTALACIONES DEL AREA DE OPERATIVA DE
SERAQA TUNJA E.S.P. S.A.**

WILSON FAUSTINO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO - MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2005**

**PROPUESTA GERENCIAL PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE
UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
EQUIPOS E INSTALACIONES DEL AREA DE OPERATIVA DE SERAQA
TUNJA E.S.P. S.A.**

WILSON FAUSTINO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

**Monografía para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director
LUISA FERNANDA LARA MENDOZA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO - MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2005**

DEDICATORIA

Ante todo gracias a Dios, por darme la gracia y la sabiduría.

A mis padres MARIA ALICIA y FAUSTINO, que junto con mis hermanos me brindaron el apoyo emocional y económico durante el transcurso de la carrera, por ser más que mi familia mis amigos.

A ti LUISA FERANANDA por compartir junto a mí este sueño y además por brindarme tu amor apoyo y comprensión.

Wilson Faustino

AGRADECIMIENTOS

El autor expresan sus agradecimientos a:

Luisa Fernanda Lara M, Ingeniero Industrial, Directora de calidad de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A., por sus conocimientos enseñanzas, recomendaciones en el área organizacional factor importante en el desarrollo del proyecto.

Jairo Tristancho Salcedo, Ingeniero Industrial, Director del Programa de Prevención en Seguridad Industrial del Instituto Seguros Sociales, por su valiosa asesoría en el desarrollo del proyecto.

José Gozzo Mangiafico, Ingeniero Civil, Gerente SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A, por su apoyo y confianza dada para la elaboración del proyecto.

Carlos Ramón González, Ingeniero Mecánico, Director de POSGRADO UINVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, por su colaboración y comprensión.

Técnicos, Operadores y Supervisores del área operativa de la empresa SERA.Q.A. Tunja E.S.P. S.A, por su oportuna y valiosa cooperación para el desarrollo del proyecto.

Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.4. OBJETIVOS	1
1.5. MARCO REFERENCIAL – SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. – S.A.	2
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. GESTION DE MANTENIMIENTO	10
2.2. PRINCIPIOS TEÓRICOS	11
2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS	13
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	16
3.1. ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	16
3.2. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	22
3.3. DESARROLLO DE LA PRUEBA PILOTO	23
3.4. RESULTADO DE LA PRUEBA PILOTO	32
4. CONCLUSIONES DE LA PRUEBA PILOTO	40
5. CONCLUSIONES	41
6. RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	47

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Recursos de la Empresa	20
Figura 2. Representación Gráfica del Principio de W. Pareto	32

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Costos actuales de mantenimiento	11
Cuadro 2. Resumen Procedimiento Técnico de Mantenimiento	22
Cuadro 3. Ruta 1: Captaciones y Estaciones de Bombeo	26
Cuadro 4. Ruta 2: Pozos	27
Cuadro 5. Ruta 3: Planta de Tratamiento	27
Cuadro 6. Ruta 4: Tanques de Almacenamiento	27
Cuadro 7. Ruta 5: Vehículos	28
Cuadro 8. Ruta 6: Inmuebles	28
Cuadro 9. Ruta 7: Equipos Especiales	28
Cuadro 10. Captaciones y Estaciones de Bombeo	29
Cuadro 11. Pozos	29
Cuadro 12. Planta de Tratamiento	30
Cuadro 13. Tanques de Almacenamiento	30
Cuadro 14. Vehículos	31
Cuadro 15. Inmuebles	31
Cuadro 16. Equipos Especiales	32
Cuadro 17. Equipos e instalaciones con mayor número de fallas	34
Cuadro 18. Resumen de Tabulación de Datos	36
Cuadro 19. Comparativo de indicadores de los meses septiembre-diciembre de 2004	40

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Organigrama general y específico	50
Anexo 2. Gráfico costo mínimo de conservación	51
Anexo 3. Gráfico punto de equilibrio	52
Anexo 4. Manual de mantenimiento preventivo de instalaciones y equipos del área operativa de SERA.Q.A. Tunja E.S.P. – S.A.	53
Anexo 5. Identificación de causas vitales y triviales (Ruta I)	86
Anexo 6. Identificación de causas vitales y triviales (Ruta II)	87
Anexo 7. Identificación de causas vitales y triviales (Ruta III)	88
Anexo 8. Identificación de causas vitales y triviales (Ruta IV)	89
Anexo 9. Identificación de causas vitales y triviales (Ruta V)	90
Anexo 10. Identificación de causas vitales y triviales (Ruta VI)	91
Anexo 11. Identificación de causas vitales y triviales (Ruta VII)	92
Anexo 12. Gráfico nivel de costo de conservación	93

RESUMEN

El Manual de Mantenimiento Preventivo es una herramienta que contribuye a prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones involucrados en el área operativa y productiva de la empresa SERA.Q.A. Tunja E.S.P. S.A., brindando los estándares necesarios para programar, ejecutar, verificar y controlar las actividades de mantenimiento preventivo, el programa brinda un sistema de inventarios y de codificación de equipos e instalaciones, el cual facilita la identificación, agilizando las actividades a realizar, adjuntando todos los formatos necesarios para realizar y programar las operaciones necesarias para tener en óptimo funcionamiento los equipos que afectan el progreso productivo y operativo de la empresa. Además consta de un procedimiento que permite medir la eficiencia y gestión de los trabajos programados y los pasos a seguir en caso de presentarse alguna emergencia. La efectividad del programa se determinó a través del desarrollo de la prueba piloto realizada a una muestra representativa de los equipos que componen en sistema, arrojando resultados positivos para la empresa.

Se elabora un manual de mantenimiento preventivo que contenga el conjunto de normas y procedimientos necesarios para conservar en buen estado y óptimo funcionamiento las instalaciones y equipos operativos de la empresa SERA.Q.A Tunja E.S.P. S.A.

La investigación se realiza bajo un enfoque descriptivo, transversal y de observación en busca de la solución al problema a falta de control de pérdidas empresariales derivadas de la falta de atención a los requerimientos de mantenimiento. Las fuentes de información utilizadas para el desarrollo del proyecto fueron: fichas bibliográficas, fichas de contenido, formatos de información, entrevistas, inventarios existentes en la empresa, tablas, cuadros, planos diagramas gráficos y estadísticas.

La ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo garantizan que el trabajo programado se ejecute cuando es debido y con la posibilidad de poder indicar en que fecha dicho trabajo se debe volver a realizar, también asegura el funcionamiento eficiente de los equipos e instalaciones, su máximo rendimiento y la disminución de costos por paradas no programadas. Es necesario que para el desarrollo del manual exista una relación especial entre el departamento de mantenimiento y el almacén para cooperar en la elaboración de pronósticos de consumo, stock de inventarios, agilizar y controlar las reparaciones reportando consumos anormales y limitaciones temporales en el surtido de refacciones, materiales y herramientas.

¹ * Monografía

^{**} Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Cesar Bautista.

SUMMARY

The Manual of Preventive Maintenance is a tool that helps to prolong the useful life of the equipments and facilities involved in the operative and productive area of the company SERA.Q.A. Tunja E.S.P. S.A, offering the necessary standards to programme, to execute, to verify and to control the activities of preventive maintenance, the program offers a system of inventories and of codification of equipments and facilities, which facilitates the identification, improving the activities to realize, attaching all the necessary formats to realize and to programme the necessary operations to have in ideal functioning the equipments that affect the productive and operative progress of the company. Besides it is clear of a procedure that it he allows to measure the efficiency and management of the programmed works and the steps to continuing in case of appearing some emergency. The efficiency of the program decided across the development of the test I pilot realized to a representative sample of the equipments that they compose in system, throwing positive results for the company.

There is elaborated a manual of preventive maintenance that contains the set of procedure and necessary procedures to preserve in good condition and ideal functioning the facilities and operative equipments of the company SERA.Q.A Tunja E.S.P. S.A.

The investigation is realized under a descriptive, transverse approach and of observation in search of the solution to the problem for lack of control of managerial losses derived from the lack of attention to the requirements of maintenance. The sources of information used for the development of the project were: bibliographical cards, cards of content, formats of information, interviews, existing inventories in the company, tables, pictures, flat graphical graphs and statistics.

The execution of the activities of preventive maintenance they guarantee that the programmed work executes when it is owed and with the possibility of being able to indicate in that it he dates the above mentioned work it is necessary to return to realize, also he assures the efficient functioning of the equipments and facilities, his her, maximum yield and the decrease of costs for stops you do not programme.

It is necessary that for the development of the manual a special relation exists between (among) the department of maintenance and the store to cooperate in the production of predictions of consumption,² inventor stock, to improve and to control the repairs reporting abnormal consumptions and temporary limitations in the assortment of refreshments, materials and tools.

* Monograph

** Faculty of Physics and Mechanics Engineering. Specialization program in management of maintenance. Director: Cesar Bautista.

INTRODUCCIÓN

Los factores humano y técnico constituyen la base principal de la productividad y la calidad en un proceso de producción o en la prestación de un servicio, la seguridad y el mantenimiento que deben acompañar a estos factores representan el camino del éxito y la supervivencia de una empresa. Es de especial interés para la empresa Sera.Q.A. Tunja E.S.P. S.A., el proyectar el mínimo de pérdidas derivadas por desgastes inadecuados del talento humano y de sus equipos e instalaciones.

El investigador plantea en el presente trabajo la metodología para el diseño de esta herramienta que garantizará en corto plazo, si la empresa lo aplica, un mínimo de paradas no programadas y de atenciones correctivas a equipos e instalaciones. Dicha herramienta debe establecer el manejo correcto que se le debe dar a los equipos e instalaciones.

Se dice hoy en día, que uno de los mayores problemas que existe a nivel mundial para la correcta administración del mantenimiento industrial, es la falta de un verdadero significado de lo que es ésta función. Por esta razón en el presente proyecto se aclaran, estandarizan y se establecen las bases sólidas conceptualmente hablando del significado de “Mantenimiento Preventivo”,

Con la anterior proyección la empresa SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. define dentro de sus prioridades la elaboración del manual de mantenimiento preventivo pragmático, preocupado en conservar positiva y constantemente los recursos con los que cuenta, con el fin de conseguir prolongar el tiempo de vida útil de equipos e instalaciones de la parte operativa. El investigador plantea en el presente Proyecto una metodología que sirve de herramienta

para garantizar en corto plazo, un mínimo de paradas no programadas y de atenciones correctivas a equipos e instalaciones. Dicha herramienta indica el mantenimiento correcto que se debe dar a los equipos e instalaciones.

Bajo estas consideraciones se plantea el diseño de un sistema de valoración económica o indicadores de gestión como parte del manual de mantenimiento preventivo para controlar los excesivos costos ocasionados por no dar mantenimiento adecuado a las instalaciones y equipos.

El presente proyecto hace parte del plan para el Aseguramiento de Calidad de la empresa SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. quien implementa todas las actividades conceptuales, técnicas y científicas necesarias para certificar la empresa.

En el desarrollo de este manual se emplea el término “Mantenimiento Preventivo” porque es una actividad humana programada desarrollada en los recursos físicos de la empresa, con el fin de garantizar que la calidad del servicio que éstos proporcionen continúe dentro de los límites establecidos.

Este proyecto está escrito en un lenguaje sencillo, por ello es de fácil entendimiento para el personal del área operativa de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. el cual permite manejar fácilmente los conceptos aquí vertidos y, en dado caso apoyarse en el especialista que ahora hablará el mismo idioma.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES

Los métodos utilizados actualmente por la empresa de servicios públicos Sera.Q.A Tunja son realizados rudimentariamente, basándose en la observación y en el mantenimiento correctivo, generando daños irreparables y altos costos en la reparación de los equipos, por lo tanto la empresa no tiene registro del mantenimiento realizado ni cuenta con un cronograma específico de mantenimiento.

Para la elaboración del presente proyecto se tendrá en cuenta que hasta el momento no se ha documentado ni normalizado totalmente el mantenimiento preventivo en los equipos e instalaciones del área operativa de Sera.Q.A. Tunja. Además la poca información suministrada muestra que hasta el día de hoy el mantenimiento se ha realizado de manera convencional, lo que conlleva a la elaboración e implementación de un programa de mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones de dicha empresa.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La Empresa prestadora de servicios públicos: Sera.Q.A. Tunja, tiene a su cargo la operación, administración y mantenimiento eficiente de los bienes asociados a los servicios de acueducto y alcantarillado, mediante planes dirigidos al reacondicionamiento, mejora y expansión de las redes del perímetro urbano, enfocados al cumplimiento de las normas legales. Bajo estas disposiciones y conociendo la importancia que tiene mantener en buen

estado de funcionamiento los equipos e instalaciones para la correcta prestación del servicio y sabiendo que un daño en uno de éstos puede afectar la operación en curso; nace la necesidad de darle el mantenimiento adecuado por medio del control eficaz de sus equipos e instalaciones, previniendo factores que generen daño y pérdidas económicas para la empresa.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué principios, características, herramientas, elementos y requisitos debe tenerse en cuenta para elaborar la propuesta gerencial de Mantenimiento Preventivo de equipos e instalaciones del área Operativa de Sera.Q.A. Tunja E.S.P. S.A.?.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General. Diseñar, elaborar e implementar la propuesta gerencial de mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones del área operativa de la empresa Sera.Q.A. Tunja E.S.P. S.A. con el fin de optimizar los recursos técnico-económicos de mantenimiento y así permitir la adecuada prestación del servicio en continua y óptima calidad.

1.4.2. Objetivos Específicos. Identificar procedimientos de mantenimiento desarrollados en la empresa para los equipos e instalaciones del área operativa.

- Analizar las causas de paradas y daños no programados en los equipos e instalaciones, reportados en los procedimientos ejecutados.
- Estructurar el plan de mantenimiento preventivo con base en la recopilación de actividades que permitan mantener la disponibilidad y mantenibilidad de los equipos e instalaciones.
- Capacitar y difundir a todos los empleados del área operativa de Sera.Q.A. Tunja E.S.P. S.A. el manejo, empleo y mantenimiento periódico del programa de los equipos e instalaciones.
- Establecer un proceso de mejoramiento continuo que permita ampliar los principios o bases del mantenimiento predictivo para los equipos e instalaciones programados.

1.5. MARCO REFERENCIAL – SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. – S.A.

1.5.1. Descripción. En el siglo XXI es indispensable mejorar la eficacia en la prestación de los servicios públicos, haciendo énfasis en el abastecimiento de agua potable, recolección y tratamiento de aguas residuales, actividades estas que requieren de técnicas de avanzada ingeniería en los procesos que permitan optimizar desde el inicio de la captación del agua potable, el tratamiento, la utilización que da el usuario y su disposición final en el vertedero, los procesos de calidad y

de mejoramiento que se implementen, contribuirán a un mejor bienestar, brindando una mayor calidad de vida a la ciudadanía que se beneficia de dichos servicios.

Un sistema comprensivo de mantenimiento periódico es de importancia capital para la planificación apropiada y justificación de este tipo de actuación de mantenimiento requerido y le permitirá al jefe o encargado del mantenimiento describir como tiene planeado el logro de los objetivos. Además que permite identificar efectivamente quiénes, qué, cuándo, dónde y como deben ejecutarse operaciones repetitivas específicas.³

Conociendo las pérdidas generadas en Sera.Q.A. por mal funcionamiento de equipos o fallas en instalaciones y sabiendo que los programa de mantenimiento preventivo (PMP) han sido diseñados para gestionar y optimizar las operaciones de mantenimiento en la prestación de un servicio⁴; se hace necesaria la implementación del programa de mantenimiento preventivo el cual aportará numerosas mejoras en la optimización de procesos tales como:

- Mejora del rendimiento de cada una de los equipos e instalaciones consideradas importantes.
- Reducción de tiempos de parada en la prestación del servicio.
- Control de operaciones.
- Mejora la disponibilidad de la información.
- Reducción de costos por sustitución de equipos.
- Estandarización de todas las operaciones.

³ HEINTZELMAN, E. John. Manual de administración del mantenimiento. Madrid : McGraw-Hill, 1993. p. 7.1.

⁴ HEINTZELMAN, Op. Cit., p. 7.1.

- Disminución de lesiones profesionales.
- Mejora la imagen de la empresa.
- Mitigación del impacto ambiental.

La elaboración e implementación de un programa de mantenimiento preventivo en equipos e instalaciones servirá de inicio para el aprovechamiento de los recursos y los elementos con que cuenta Sera.Q.A. Tunja y así, continuar brindando un servicio con excelente calidad e ir creciendo de la mano con el desarrollo de la ciudad.

Inicialmente se prevé la elaboración de un inventario general de equipos e instalaciones, registrando dicha información en fichas técnicas de especificación. El paso siguiente es la codificación y por medio de esta, junto con los datos incluidos en las fichas técnicas se realiza el programa de mantenimiento preventivo anual según el estado en que se encuentren las instalaciones y equipos.

Por último se espera que dicho programa tenga el adecuado manejo y la aceptación por parte de los directivos y operarios de Sera.Q.A. Tunja, logrando fomentar la prevención y el mantenimiento en los equipos e instalaciones de esta empresa, reduciendo demoras en la prestación del servicio y costos por sustitución.

1.5.2. Marco Histórico. La Empresa tiene su origen en la Licitación Pública No. 002 de 1996, a la cual se presentó el Consorcio A.Q.A – SERAGUA, con una promesa de constitución de sociedad en caso de resultar adjudicados. El 1 de noviembre de 1996, la Empresa Sera.Q.A. TUNJA.- E.S.P.- S.A., conformada por los integrantes del consorcio, tomó posesión debidamente suscrita y legalizada en el contrato 132 de 1996.

En el año 2000, la Empresa entra a formar parte del grupo PROACTIVA MEDIO AMBIENTE, quien a su vez es producto de la unión estratégica de dos organizaciones líderes en el manejo del agua en el ámbito mundial – VIVENDI y FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS – FCC.

Actualmente Sera.Q.A. Tunja entre sus equipos e instalaciones cuenta con algunos de primer nivel y tecnología como: bombas centrífugas, motores eléctricos, tableros de control, floculadores, dosificadores, entre otros. Algunos obsoletos como: vehículos, equipos de laboratorio, motobombas y bombas sumergibles. Estos equipos se encuentran estratégicamente distribuidos en:

- Captaciones y estaciones de bombeo
- Pozos profundos
- Planta de Tratamiento
- Tanques
- Vehículos
- Inmuebles
- Equipos especiales.

El mantenimiento preventivo que requieren estos equipos e instalaciones, se realizará en cuatro niveles:

- Inspección y diagnóstico.
- Cambios periódicos por desgaste.
- Sustitución periódica de piezas y conjuntos de acuerdo con la estimación de vida útil prevista por los fabricantes de equipos, contrastadas con la experiencia propia.
- Procesos de capacitación continuada al talento humano sobre los requerimientos de implementación del programa.

Dentro de los procesos de potabilización del agua y recolección de aguas residuales la maquinaria utilizada presenta riesgos ocasionados por desgaste, envejecimiento o corrosión los cuales son producidos por elementos en suspensión que se utilizan durante las operaciones, estos pueden producir reesquebramiento y deterioro en las instalaciones y equipos.

La maquinaria con que cuenta el área operativa de Sera.Q.A. Tunja, presenta diferentes tipos de factores de riesgo (hurto, incendio, ruptura, mecánico, eléctrico, de mal funcionamiento, físico, de mal manejo u operación, etc.) que pueden afectar la estabilidad de los demás recursos de la Empresa, la viabilidad hacia la implementación del programa de mantenimiento preventivo disminuye la probabilidad de pérdidas derivadas de estos factores de riesgo.

Sera.Q.A. Tunja abastece aproximadamente a 132.400 habitantes equivalentes a 100% de la población del casco urbano. Adicional a esto suministra el servicio de agua potable a las veredas de Pisba y

Runta parte baja representado en más o menos 100 usuarios⁵. Cualesquier parada no programada define a corto plazo pérdidas sociales y económicas altas, ya que se influye directamente sobre un servicio público, de obligatoria continuidad y óptima calidad.

La estructura organizacional de la empresa está basada en un sistema horizontal, liderado por la junta directiva seguido del gerente general y cuatro gerentes más que apoyan en forma integral su gestión. Ver anexo 1.

La empresa SERA.Q.A. TUNJA ESP. S.A. adquirió el certificado de calidad ISO 9001 versión 2000, en octubre del año 2003, en todos sus procesos, **“captación, transporte, tratamiento, almacenamiento, distribución de agua potable y mantenimiento de sistemas de acueducto. Operación y mantenimiento de sistemas de alcantarillado. Diseño e interventoría de infraestructuras de sistemas de acueducto y alcantarillado. Gestión comercial, facturación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo público. Gestión social y de comunicaciones para los servicios de acueducto y alcantarillado. Verificación de medidores de agua potable”**.

⁵ Censo realizado por el área comercial del Sera.Q.A. Tunja

Siendo la segunda empresa de servicios públicos del país en adquirir dicho certificado.

1.5.3. Costos Actuales de Mantenimiento de la Empresa Sera.Q.A. Tunja E.S.P. S.A. Dentro de los costos de mantenimiento generados en Sera.Q.A. Tunja, solo se relacionan los que tienen que ver con Mantenimiento Correctivo:

Cuadro 1. Costos actuales de mantenimiento

Directos por Mantenimiento	
Materiales usados en mantenimiento	\$ 290'000.000
Mano de Obra Empleada	\$ 90'000.000
Precio de trabajos contratados	\$ 185'000.000
Indirectos por Mantenimiento	
Mano de Obra Ociosa	\$ 8'000.000
Supervisión	\$ 12'000.000
Equipos Auxiliares	\$ 12'000.000
Materiales	\$ 80'000.000
Directos por no dar mantenimiento	
Falta de suministro del servicio por Paradas en el equipo	\$300'000.000
Accidentes y salud del personal	\$ 9'000.000
Litigios, quejas y demandas	\$ 10'500.000
Indirectos por no dar mantenimiento	
<i>Corto Plazo</i>	
Facturación retrasada	\$ 117'850.000
Multas por suministro no a tiempo del Servicio	\$ 44'300.000
<i>Mediano plazo</i>	
Reducción de matrículas vendidas	\$ 40'000.000
<i>Largo plazo</i>	
Pérdida de incursión en el mercado	\$145'000.000
Mala fama	\$ 30'000.000
Costos de la calidad por ausencia de mantenimiento	
Medidores no vendidos	\$ 38'000.000
TOTAL	\$1.411.650.000

Fuente: Estados Financieros Sera.Q.A. Tunja E.S.P. S.A.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. GESTION DE MANTENIMIENTO

Según Nassir y Reinaldo Sapag Chain “Un proyecto no es ni más ni menos que la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantas una necesidad humana”⁶. Con este postulado el estudio a realizar busca ser una solución al problema generado por la falta de mantenimiento industrial, ya que su implantación ayuda a mantener en buen estado las instalaciones y equipos y permite el buen funcionamiento y su durabilidad en el tiempo.

La metodología para la organización del programa de mantenimiento preventivo está basada en las condiciones en que se encuentran los equipos e instalaciones, así como el medio ambiente de trabajo. Es necesario tomar los alcances de corto, mediano y largo plazo de todos los equipos interdisciplinarios que intervienen, como también los instrumentos de investigación con que se cuenta, para finalmente analizar y retroalimentar la información de acuerdo a los resultados obtenidos de la inspección y recopilación de datos.

El reconocimiento del problema se registra a través de la inspección en una base de datos que constituye un avance para asignar los pasos a seguir para la solución del problema.

El mantenimiento preventivo consiste en la planeación sistemática, programación y terminación a tiempo del trabajo de mantenimiento necesario que se diseña para garantizar la septiembrs disponibilidad de equipos e

⁶ SAPAG, N. and CHAIN, R. Preparación y Evaluación de Proyectos. Colombia : McGrawHill 1988, p. 1.

instalaciones, prolongar la vida útil de los activos de capital y reducir los costos. Este trabajo abarca inspección, lubricación, reemplazo y reparación y se programa por año para realizarse a intervalos planeados regulares.

Para poner en operación un programa de mantenimiento preventivo (PMP) se siguen los cinco pasos siguientes:

- ◆ Establecer el PMP
- ◆ Inspección preventiva propia
- ◆ Uso del PMP
- ◆ Registros del equipo
- ◆ Revisión del PMP.

Conforme el equipo se vuelve más complejo, las consecuencias de permitir que suceda una descompostura se vuelen más graves. Una preocupación a considerar es el riesgo de seguridad que se presenta cuando una máquina se descompone mientras la está usando un operario o cuando se interrumpe la producción o la programación de las operaciones. Por lo tanto el mantenimiento preventivo es una serie de técnicas avanzadas que elevan la productividad y eficiencia del servicio.⁷

Es preciso que Sera.Q.A. Tunja adopte en su programa de mantenimiento y seguridad industrial el programa a desarrollar en este trabajo para mejorar la calidad de su servicio.

2.2. PRINCIPIOS TEÓRICOS

Para realizar el programa de mantenimiento preventivo en equipos e instalaciones en Sera.Q.A. Tunja se debe tener en cuenta aspectos muy importantes como son:

⁷ HODSON K. William. Manual del ingeniero industrial. New York : McGraw-Hill, 1998, p. 982.

2.2.1 Investigación de Operaciones. Mediante la investigación de operaciones se analiza la programación matemática y económica estudiando los principios básicos de los modelos de inventarios entre los cuales están:

- Sistemas de registro de inventarios
- Modelo de inventario generalizado
- Modelos deterministas
- Modelos probabilísticos⁸

2.2.2 Mantenimiento industrial. En el mantenimiento industrial se elaborara una serie de normas específicas para las distintas actuaciones; Así como la metodología a aplicar en reparaciones, reemplazos y sustituciones, metodología para la eliminación de obstrucciones y taponamientos en donde se distinguen tres niveles de mantenimiento:

- Predictivo
- preventivo
- correctivo

2.2.3 Seguridad e higiene industrial. Es una técnica dirigida a detectar evaluar y controlar factores de riesgo que generan accidentes de trabajo, enfermedades profesionales e incidentes que pueden afectar las instalaciones, equipos y propiedades de la empresa. En una empresa se pueden observar dos maneras de realizar los programas de seguridad e higiene industrial: uno centrado en el trabajo y el otro

⁸ MATHUR, Solow. Investigación de operaciones. Madrid : Prentice Hall. 1999, p. 459.

centrado en el trabajador ambos buscan controlar los factores negativos que afectan los programas de mantenimiento y seguridad.⁹

2.2.4 Análisis de procesos. Mediante el análisis de procesos se puede identificar el tiempo, secuencia y frecuencia de la utilización de la maquinaria dentro de cada una de las actividades que se realizan en el área operativa y productiva de la empresa.

2.2.5 Control de Pérdidas. Es la medida tomada para desaparecer daños que producen paralizaciones imprevistas en cualquier tipo de equipo e instalación.¹⁰

2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS

Para mayor claridad y comprensión en el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo en equipos e instalaciones del área operativa de Sera.Q.A. Tunja se tiene algunos términos como los siguientes¹¹:

- **Conjunto:** Unido o contiguo a otra cosa. Mezclado, incorporado con otra cosa diversa. Reunión de objetos definidos por alguna característica en común o el cuerpo de piezas interrelacionadas.
- **Control:** Inspección, fiscalización, intervención, regulación. Serie de verificaciones y comprobaciones para conseguir el óptimo funcionamiento de una máquina o la producción perfecta de algún objeto.

⁹ KEITH, Denton. Seguridad industrial, administración y métodos. Illinois (Estados Unidos) : Carbondale, 2000, p. 290.

¹⁰ HENRIQUEZ BASTIAS, Hernán. Introducción a la ingeniería de prevención de pérdidas. Santafé de Bogotá : CECSA, 1999, p. 259.

¹¹ DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO universal, Santafé de Bogotá : Aragón Ediciones, 1989, p. 650.

- **Daño:** Forma de designar la destrucción material de los bienes por lo cual genera pérdidas.
- **Funcionamiento:** Ejecución de una función propia de una máquina.
- **Inventario:** Asiento ordenado y sistemático de los bienes y pertenencias de una persona o comunidad. Documento en el que se escriben dichas cosas.
- **Manual:** Libro que compendia lo más sustancial de una materia, en el cual se describen pasos secuenciales de alguna actividad.
- **Maquinaria:** Conjunto de máquinas con un objeto determinado.
- **Operación:** Acción de realizar labores y tareas determinadas y específicas.
- **Pérdida:** Carencia, privación de lo que se poseía. Daño o menoscabo que se recibe en una cosa, cantidad económica o material.
- **Refacción:** Pieza o repuesto para la reparación de un aparato mecánico.
- **Rendimiento:** Producto o utilidad que rinde o da una cosa. Relación que se establece entre la potencia que produce una máquina y la que consume. Cociente entre la potencia efectiva de un motor y la que teóricamente desarrollan los cilindros del mismo.
- **Reparación:** Componer, aderezar o enmendar el menoscabo que ha padecido una cosa.

- **Restauración:** Tratamiento adecuado de una instalación, equipo o material antiguo para devolverle a su condición primera, eliminando los daños y desperfectos debido al tiempo o a cualquier otra causa.
- **Servicio:** El prestado para servir a los sectores de la población y mejorar su condición de vida.
- **Sera.Q.A.:** Empresa prestadora de servicios de acueducto y alcantarillado apoyada en tecnología de punta que se adapta a las condiciones del medio.

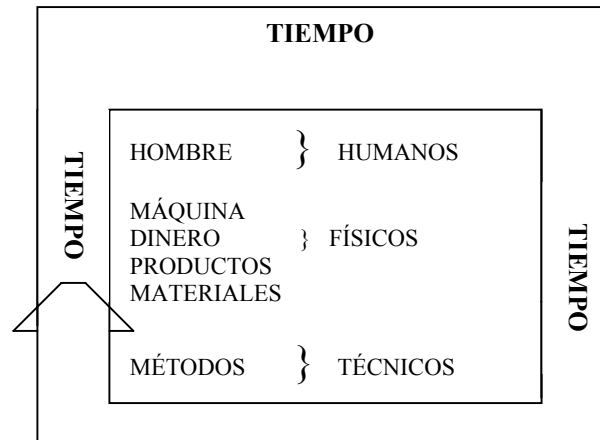
3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se encuentra como factor indiscutible que a nivel de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. la actividad más importante que existe para los ejecutivos es la de administrar racionalmente los recursos existentes para conseguir una evolución humana adecuada que les permita guiarse correctamente hacia su destino.

Es decir que SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. sea una empresa fuente de atención de necesidades humanas en las que el hombre encuentre los satisfactores psíquicos y físicos necesarios para vivir en armonía en cuanto a una necesidad de consumo básica e importante como es el agua. Partiendo del hecho de que nuestro entorno está formado por recursos y que estos se pueden aglutinar en los siete recursos generales mostrados en la figura 1; a saber: hombres, máquinas, dinero, productos, materiales y métodos, y todos inmersos en el recurso tiempo, el cual los afecta positiva o negativamente.

Figura 1. Los recursos de una empresa



Fuente. La productividad en el mantenimiento industrial. Los recursos de una empresa

El proyectista junto con los directivos de la empresa han analizado la administración de estos recursos que facilita el proceso de mantenimiento si se siguen los procedimientos adecuados para llevarlos a cabo, por eso se han identificado diferentes procesos además de una serie de sucesos que conllevan a la integración de los recursos para hacer una selección, inducción, adiestramiento y desarrollo del manual de mantenimiento preventivo en SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A.

Para conseguir estas expectativas la empresa y el proyectista deben realizar los siguientes pasos:

Selección. Se analiza al personal tanto interno como externo con respecto a las características personales que debe tener: conocimientos, habilidades, experiencias y actitudes para hacer las funciones que el puesto obliga.

Orientación o Inducción. Se orienta a todo el personal de mantenimiento, con talleres dados por el proyectista con objeto de que éste se entere de todas las actividades que debe realizar en cuanto a mantenimiento, enfocándolo hacia el servicio que proporciona la máquina, para poder brindar un servicio de calidad óptima a los clientes de la empresa.

Adiestramiento. En esta parte del proceso de implementación, el personal queda sujeto a un plan integral de adiestramiento en el lugar y con las herramientas de trabajo, que lo capacitará para ejecutar las actividades propias del mantenimiento en forma eficaz.

Desarrollo. Después de haber realizado los puntos anteriormente mencionados se procede a la implementación del manual mantenimiento preventivo, con base en la prueba piloto, donde se identifican las fortalezas y debilidades del programa.

Ejecución. Forma como los administrativos, supervisores y proyectista del programa ponen en funcionamiento cada una de las actividades de mantenimiento descritas en el manual.

Dentro del proceso técnico de mantenimiento se tendrá como punto de partida la *Planeación* en la cual se define lo que se desea hacer, el volumen de trabajo a ejecutar y las herramientas necesarias. Continuando con la *Organización* en la cual se realiza la estructura inicial de lo definido en la planeación, la *Ejecución* donde se pone en marcha lo establecido en los puntos anteriores y finaliza con el *Control* donde se mide el desempeño final del proyecto. Ver cuadro 2

Cuadro 2. Resumen del proceso técnico de mantenimiento

PLANEACIÓN	ORGANIZACIÓN	EJECUCIÓN	CONTROL
Define todos los atributos que considera necesarios que posea el equipo o instalación haciendo planos, formatos programas explicativos, presupuestos, etc.	Estructura lo planeado consecución de los materiales y distribución del personal de manera que no existan contratiempos en la ejecución.	Cada una de las partes hace su propia labor en coordinación con las restantes, obteniéndose con esto la realización del objetivo según se había planeado.	Se observa haciendo mediciones esporádicas, analizando y corrigiendo los resultados repitiéndose el proceso cuantas veces sea necesario.

Fuente: La Productividad en el mantenimiento industrial. Generalidades del proceso técnico

3.1.1. Puesta en marcha del Proyecto. Para implementar el Programa de Mantenimiento Preventivo es necesario mantener un stock de

inventarios para la oportuna reparación de los equipos, ya que no se estaba realizando, el stock de inventario inicial es de \$230'000.000

3.1.2. Recuperación de la Inversión. El proyectista presenta la forma de recuperar el capital invertido de manera eficaz y sencilla, sujeto a las siguientes condiciones: Calidad del servicio que debe entregarse al cliente, el tipo de empresa, la habilidad del personal de conservación y producción, la obsolescencia de sus equipos y la calidad de los mismos. Ya que si se emplea correctamente el manual de mantenimiento, la empresa ganará en:

- Imagen y prestigio,
- Tecnología, lo cual representa conocimientos, experiencia, metodología y know how,
- Factores de instalaciones, donde se hace énfasis en la ubicación, seguridad, medio ambiente, que representan factores motivadores de la productividad,
- Lealtad de los clientes.

Con lo anterior SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. disminuye los costos de mantenimiento y gana confiabilidad como empresa líder en la prestación de un servicio público, recuperando a corto plazo la inversión del capital provisto para la elaboración e implementación del manual de mantenimiento preventivo.

3.1.3. Reducción de Costos de Mantenimiento. El programa de mantenimiento preventivo permite reducir los costos directos e indirectos en un rango alto y considerable para la empresa. A su vez se pueden conservar los equipos e instalaciones, prolongando su vida útil. De esta manera se demuestra como puede obtener la empresa el costo mínimo de conservación, con el fin de obtener una herramienta

que le permita conocer si los costos de conservación aplicados están dentro de lo económicamente aceptable, sin perjuicio de la conservación adecuada. El anexo 2 muestra que a medida que se van incrementando los costos de conservación y se van reduciendo los costos de paro, desperdicios y deterioro el tiempo necesario para encontrar el punto de equilibrio, es decir, el costo mínimo de conservación se vuelve más corto.

3.1.4. Cálculo del Punto de Equilibrio de Mantenimiento. Encontrar en punto de equilibrio de mantenimiento, es hacer que los costos de paro sean iguales a los de conservación. Por lo tanto la empresa necesita reducir los costos de conservación para alcanzar el punto de equilibrio y tener un nivel de conservación óptimo. Ejemplo: supongamos que se recibe del departamento de contabilidad la información de los costos de conservación y tiempo de paro de una bomba sumergible (07-03-BO-03-01) a la que se daba escasa atención, por lo que registra paros muy frecuentes; al darnos cuenta de esto, mejoramos nuestra atención a dicho equipo, y, al siguiente período se incurrió en menos costos de paro, pero en mayores costos de conservación, de esta forma se continuó mes a mes hasta llegar a encontrar el punto de equilibrio.

Luego de que la empresa encuentre el punto de equilibrio en mantenimiento, alcanza el costo mínimo de conservación, haciendo que los costos de mantenimiento como los de paro se mantengan en el rango óptimo requerido por la empresa, es decir que sean iguales. Ver anexo 3.

3.2. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El proyectista presenta los pasos, normas, procedimientos y formatos que se deben tener en cuenta para implementar el Manual de Mantenimiento Preventivo en instalaciones y equipos de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. y así poder erradicar el concepto erróneo sobre el mantenimiento industrial existente en la empresa y establecer las bases para desarrollar el principio de conservación y derivar de este los conceptos generales utilizados en la conservación industrial, así como los indicadores de gestión y su posterior evaluación, dando mejor calidad al servicio prestado, satisfaciendo al cliente y mejorando su nivel de vida.

El manual de mantenimiento preventivo ha sido diseñado por el proyectista, tomando como referencia las normas establecidas por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente –CEPIS-, que define las directrices para las empresas prestadores de servicios públicos, las cuales permiten garantizar un nivel adecuado de calidad y desempeño además de evaluar la organización y su funcionalidad, así como su sistema de calidad.

De la debida aplicación de este manual depende que el personal de Operaciones cumpla con mayor eficacia sus labores.

El proyectista ve necesario reconocer la importancia, por parte de la Gerencia de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A., que tiene este manual para poder velar por el estricto cumplimiento de las normas aquí establecidas; si se incumplen o modifican, sin un criterio uniforme, todo esfuerzo inicial se perderá sin alcanzar las finalidades esperadas y con detrimento de la organización operativa.

El manual consta de un proceso general en el que se definen cada uno de los procedimientos de ejecución de las actividades de mantenimiento y continúa con la descripción detallada de los procedimientos definidos en el proceso, referenciando tablas, gráficos, formatos o documentos utilizados en el desarrollo del manual. Ver anexo 4.

3.3. DESARROLLO DE LA PRUEBA PILOTO

Para desarrollar la prueba piloto, se tiene en cuenta que de los 818 equipos con los que cuenta SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. se toman los equipos con mayor tiempo de funcionamiento, (en este caso son 81 equipos e instalaciones) estos son evaluados por medio de la aplicación de un análisis de Pareto para encontrar los que presenten mayor número de fallas durante los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero. Estas fallas se van registrando a medida que el equipo presenta los paros a causa de no dársele el mantenimiento preventivo. Dicha tabulación se encuentra registrada en los cuadros 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Cuadro 3. Ruta 1: Captaciones y estaciones de bombeo

PARTE DEL SISTEMA	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%
CAPTACIÓN TEATINOS	Transformador	01-01-TR-03-01	3	5,08%
	Válvulas	01-01-VA-01-10a15	1	1,69%
CAPTACIÓN CORTADERAL	Bomba	11-01-BO-01-02	2	3,39%
	Contador R	11-01-CT-02-01	1	1,69%
BOMBEO LA PICOTA	Arrancador	11-02-AR-03-04	0	0,00%
	Contador A	12-02-CT-01-02	0	0,00%
BOMBEO EL CARMEN	Bomba	11-02-BO-01-05	12	20,34%
	Motor	11-02-ME-01-05	15	25,42%
BOMBEO LA FUENTE	Motor	11-07-ME-01-12	1	1,69%
BOMBEO LA FUENTE	Motor	11-07-ME-01-13	2	3,39%
	Tablero de Control	11-04-TA-01-05	1	1,69%
BOMBEO CENTRO	Tablero de Control	11-01-TA-AR-03-16	0	0,00%
	Sub-Estación Capsular	11-05-EP-01-02	20	33,90%
	Válvulas	11-05-VA-02-14	1	1,69%
TOTAL			59	100%

Cuadro 4: Ruta 2: Pozos

PARTE DEL SISTEMA	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%
POZOS	UPTC	07-02	1	1,59%
	Pensilvania	07-18	1	1,59%
EQUIPOS	BOMBAS	07-02-BO-03-02	8	12,70%
		07-18-BO-03-18	1	1,59%
	MOTORES	07-02-ME-03-02	10	15,87%
		07-03-ME-03-03	5	7,94%
	MACROMEDIDORES	07-02-MA-03-02	10	15,87%
		07-04-MA-03-04	0	0,00%
EQUIPOS	VALVULAS	07-02-VA-03-02	8	12,70%
		07-07-VA-03-07	2	3,17%
	TABLEROS DE CONTROL - ARRANCADORES	07-02-TA-AR-03-02	7	11,11%
		07-18-TA-AR-03-18	0	0,00%
	TRANSFORMADORES	07-02-TR-03-02	8	12,70%
		07-18-TR-03-18	2	3,17%
TOTAL			63	100%

Cuadro 5. Ruta 3: Planta de Tratamiento

PARTE DEL SISTEMA	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%
DOSIFICACION	Dosificador de Cal	14-01-DO-04-01	7	14,00%
	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-01	8	16,00%
FLOCULACION	Floculador	14-01-FL-01-01	7	14,00%
	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-04	9	18,00%
	Floculador	14-01-FL-01-06	2	4,00%
	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-09	1	2,00%
FILTRACION	Filtro	14-01-FL-01-01	3	6,00%
BOMBEO	Bomba Centrífuga	14-01-BO-01-01	2	4,00%
	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-10	1	2,00%
VARIOS	Tranformador	14--01-TR-01-01	1	2,00%
	Espectrofotómetro	14-01-LB-02-04	9	18,00%
TOTAL			50	100%

Cuadro 6. Ruta 4: Tanques de Almacenamiento

PARTE DEL SISTEMA	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%
L M A C E N A M I E N T	Tanque Circular	34-03	10	37,04%
	Válvulas	34-03-VA*01-11a14	11	40,74%
	Macromedidor	34-03-MA-01-01	2	7,41%
	Tanque La Fuente	35-03	1	3,70%
	Válvulas	35-04-VA-01-31a36	0	0,00%
	Tanque Oriental	34-07	0	0,00%
	Válvulas	34-07-04-01-37	2	7,41%
	Tanque Centro	34-08	0	0,00%
	Válvulas	34-08-VA-01-38a39	1	3,70%
	TOTAL			27

Cuadro 7. Ruta 5: Vehículos

PARTE DEL SISTEMA	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%
T R A N S P O R T E	Luv 2300 4x2	01-LV-01-01	15	28,30%
	Luv 2300 4x4	01-LV-01-05	12	22,64%
	Super Carry	01-CA-02-02	2	3,77%
	NRP-Turbo Grúa	01-NP-01-01	1	1,89%
	Carro Tanque Internacional	01-CT-03-02	3	5,66%
	Camión Perforador Internacional	01-CP-03-03	15	28,30%
	Automóvil Corsa	01-AU-04-02	1	1,89%
	Motocicleta Susuki	01-MT-05-01	2	3,77%
	Yamaha	01-MT-05-03	2	3,77%
TOTAL			53	100%

Cuadro 8. Ruta 6: Inmuebles

PARTE DEL SISTEMA	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%
CAPTACION TEATINOS	Cabaña	04-04-01	0	0,00%
	Casa	04-01-08	9	27,27%
	Túnel	04-04-13	0	0,00%
BOMBEO LA FUENTE	Bodega de Almacenamiento	04-04-20	8	24,24%
	Caseta - Banco de Medidores	04-02-21	1	3,03%
POZOS	Caseta U.P.T.C.	04-02-23	1	3,03%
	Caseta Parque Recreacional	04-02-27	8	24,24%
	Caseta el Estadio	04-02-28	0	0,00%
	Caseta Pensilvania	04-02-39	1	3,03%
PLANTA DE TRATAMIENTO	Caseta de Cloración	04-02-40	1	3,03%
	Primer Piso	04-04-41	1	3,03%
	Segundo Piso	04-04-42	0	0,00%
	Tercer Piso	04-04-43	2	6,06%
SEDE SERA.Q.A TUNJA	Oficina	04-04-50	1	3,03%
	Planeación	04-04-51	0	0,00%
	Almacén	04-04-52	0	0,00%
TOTAL			33	100%

Cuadro 9. Ruta 7: Equipos especiales

PARTE DEL SISTEMA	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%
EQUIPOS ESPECIALES	Generador	02-EP-01	15	42,9%
	Bomba Sumergible	02-EP-04	2	5,7%
	Motobomba Compacta	02-EP-07	1	2,9%
	Garrucha	02-EP-19	0	0,0%
	Esmeril	02-EP-21	0	0,0%
	Soldadura Eléctrica	02-EP-22	3	8,6%
	Soldadura Polietileno	02-EP-23	12	34,3%
	Podadora	02-EP-34	2	5,7%
	TOTAL			35


3.3.1. Análisis De Pareto. Para determinar a cuantos equipos se le va a efectuar la prueba piloto, teniendo tabuladas las fallas presentadas por el total de equipos e instalaciones, se identifican aquellos que

representan el 80% del total de las fallas y con ellos se realiza la prueba piloto, dichos resultados se encuentran en los cuadros 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 y su comportamiento se ve claramente en los Anexos 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.

Cuadro 10. Captaciones y estaciones de bombeo

No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%	%ACUMULADO
1	Sub-Estación Capsular	11-05-EP-01-02	20	33,90%	33,90%
2	Motor	11-02-ME-01-05	15	25,42%	59,32%
3	Bomba	11-02-BO-01-05	12	20,34%	79,66%
4	Transformador	01-01-TR-03-01	3	5,08%	84,75%
5	Bomba	11-01-BO-01-02	2	3,39%	88,14%
6	Motor	11-07-ME-01-13	2	3,39%	91,53%
7	Válvulas	01-01-VA-01-10a15	1	1,69%	93,22%
8	Contador R	11-01-CT-02-01	1	1,69%	94,92%
9	Motor	11-07-ME-01-12	1	1,69%	96,61%
10	Tablero de Control	11-04-TA-01-05	1	1,69%	98,31%
11	Válvulas	11-05-VA-02-14	1	1,69%	100,00%
12	Arrancador	11-02-AR-03-04	0	0,00%	100,00%
13	Contador A	12-02-CT-01-02	0	0,00%	100,00%
14	Tablero de Control	11-01-TA-AR-03-16	0	0,00%	100,00%
TOTAL			59	100%	

 Pocos Vitales

 Muchos Triviales

Cuadro 11. Pozos

No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%	%ACUMULADO
1	Motor Eléctrico Eje Vertica	07-02-ME-03-02	10	15,87%	15,87%
2	Macromedidor	07-02-MA-03-02	10	15,87%	31,75%
3	Bomba Eje Vertical	07-02-BO-03-02	8	12,70%	44,44%
4	Válvula Golpe de Ariete	07-02-VA-03-02	8	12,70%	57,14%
5	Transformador	07-02-TR-03-02	8	12,70%	69,84%
6	Tablero de Control -Arrancador	07-02-TA-AR-03-02	7	11,11%	80,95%
7	Motor Eléctrico Eje Vertica	07-03-ME-03-03	5	7,94%	88,89%
8	Válvula Golpe de Ariete	07-07-VA-03-07	2	3,17%	92,06%
9	Transformador	07-18-TR-03-18	2	3,17%	95,24%
10	Pozo U.P.T.C.	07-02	1	1,59%	96,83%
11	Pozo Pensilvania	07-18	1	1,59%	98,41%
12	Bomba Eje Vertical	07-18-BO-03-18	1	1,59%	100,00%
13	Macromedidor	07-04-MA-03-04	0	0,00%	100,00%
14	Tablero de Control -Arrancador	07-18-TA-AR-03-18	0	0,00%	100,00%
TOTAL			63	100%	

Pocos Vitales

Muchos Triviales

Cuadro 12. Planta de tratamiento

No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%	%ACUMULADO
1	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-04	9	18,00%	18,00%
2	Espectofotómetro	14-01-LB-02-04	9	18,00%	36,00%
3	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-01	8	16,00%	52,00%
4	Dosificador de Cal	14-01-DO-04-01	7	14,00%	66,00%
5	Floculador	14-01-FL-01-01	7	14,00%	80,00%
6	Filtro	14-01-FL-01-01	3	6,00%	86,00%
7	Floculador	14-01-FL-01-06	2	4,00%	90,00%
8	Bomba Centrífuga	14-01-BO-01-01	2	4,00%	94,00%
9	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-09	1	2,00%	96,00%
10	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-10	1	2,00%	98,00%
11	Transformador	14--01-TR-01-01	1	2,00%	100,00%
TOTAL			50	100%	

Pocos Vitales

Muchos Triviales

Cuadro 13. Tanques de Almacenamiento

No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%	%ACUMULADO
1	Válvulas	34-03-VA*01-11a14	11	40,74%	40,74%
2	Tanque Circular	34-03	10	37,04%	77,78%
3	Macromedidor	34-03-MA-01-01	2	7,41%	85,19%
4	Válvulas	34-07-04-01-37	2	7,41%	92,59%
5	Tanque La Fuente	35-03	1	3,70%	96,30%
6	Válvulas	34-08-VA-01-38a39	1	3,70%	100,00%
7	Válvulas	35-04-VA-01-31a36	0	0,00%	100,00%
8	Tanque Oriental	34-07	0	0,00%	100,00%
9	Tanque Centro	34-08	0	0,00%	100,00%
TOTAL			27	100%	

Pocos Vitales

Muchos Triviales

Cuadro 14. Vehículos

No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%	%ACUMULADO
1	Luv 2300 4x2	01-LV-01-01	15	28,30%	28,30%
2	Camión Perforador Internacional	01-CP-03-03	15	28,30%	56,60%
3	Luv 2300 4x4	01-LV-01-05	12	22,64%	79,25%
4	Carro Tanque Internacional	01-CT-03-02	3	5,66%	84,91%
5	Super Carry	01-CA-02-02	2	3,77%	88,68%
6	Motocicleta Suzuki	01-MT-05-01	2	3,77%	92,45%
7	Yamaha	01-MT-05-03	2	3,77%	96,23%
8	NRP-Turbo Grúa	01-NP-01-01	1	1,89%	98,11%
9	Automóvil Corsa	01-AU-04-02	1	1,89%	100,00%
TOTAL			53	100%	

Pocos Vitales

Muchos Triviales

Cuadro 15. Inmuebles

No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%	%ACUMULADO
1	Casa	04-01-08	9	27,27%	27,27%
2	Bodega de Almacenamiento	04-04-20	8	24,24%	51,52%
3	Caseta Parque Recreacional	04-02-27	8	24,24%	75,76%
4	Tercer Piso	04-04-43	2	6,06%	81,82%
5	Caseta - Banco de Medidores	04-02-21	1	3,03%	84,85%
6	Caseta U.P.T.C.	04-02-23	1	3,03%	87,88%
7	Caseta Pensilvania	04-02-39	1	3,03%	90,91%
8	Caseta de Cloración	04-02-40	1	3,03%	93,94%
9	Primer Piso	04-04-41	1	3,03%	96,97%
10	Oficina	04-04-50	1	3,03%	100,00%
11	Cabaña	04-04-01	0	0,00%	100,00%
12	Túnel	04-04-13	0	0,00%	100,00%
13	Caseta el Estadio	04-02-28	0	0,00%	100,00%
14	Segundo Piso	04-04-42	0	0,00%	100,00%
15	Planeación	04-04-51	0	0,00%	100,00%
16	Almacén	04-04-52	0	0,00%	100,00%
TOTAL			33	100%	

Pocos Vitales

Muchos Triviales

Cuadro 16. Equipos especiales

No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO	# FALLAS	%	%ACUMULADO
1	Generador	02-EP-01	15	42,9%	42,9%
2	Soldadura Polietileno	02-EP-23	12	34,3%	77,1%
3	Soldadura Eléctrica	02-EP-22	3	8,6%	85,7%
4	Bomba Sumergible	02-EP-04	2	5,7%	91,4%
5	Podadora	02-EP-34	2	5,7%	97,1%
6	Motobomba Compacta	02-EP-07	1	2,9%	100,0%
7	Garrucha	02-EP-19	0	0,0%	100,0%
8	Esmeril	02-EP-21	0	0,0%	100,0%
TOTAL			35	100%	

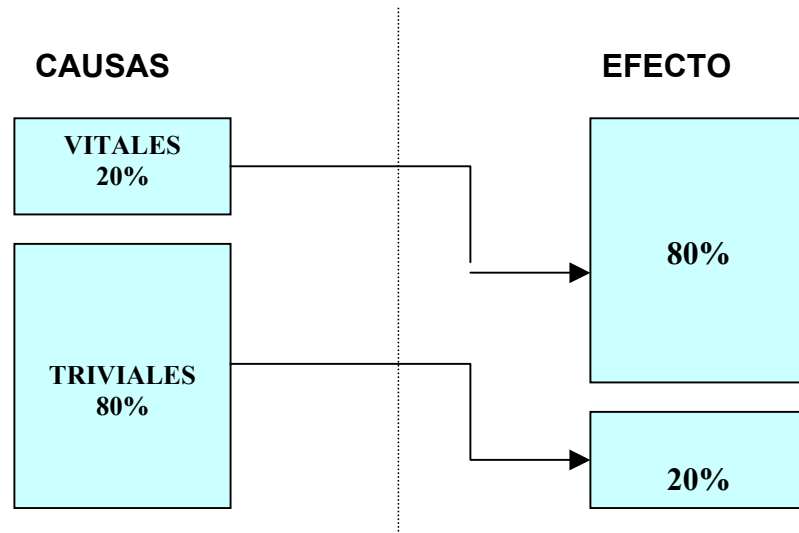
Pocos Vitales

Muchos Triviales

Se determinan las causas responsables del 80% del efecto las cuales representan las Causas Vitales y las restantes representan las Causas Triviales que aunque no son importantes, se deben tomar acciones globales para que no se conviertan más adelante en vitales. Lo dicho anteriormente se resume en la definición que el 20% de causas originan el 80% de efecto, y

el 80% de las causas restantes son responsables del 20% del resto del efecto Ver Figura 2.

Figura 2. Representación Gráfica del Principio de W. Pareto



Fuente. La productividad en el mantenimiento industrial. Principio de Pareto

3.3.2. Aplicación De La Propuesta Gerencial De Mantenimiento Preventivo. Para la aplicación del Programa de Mantenimiento Preventivo se capacitó al personal, involucrando a 15 personas entre técnicos, operadores, personal de almacén y coordinadores del programa mediante conferencias dinámicas expuestas durante 2 días, utilizando medios visuales y material para ejemplos supuestos, aplicando los sistemas de codificación.

Una de las herramientas utilizadas para la aplicación del Programa fue el software de mantenimiento, en el cual se registra la periodicidad, dependiendo de las características técnicas, las especificaciones de mantenimiento de cada uno de los equipos e instalaciones tomando

como punto de partida los manuales de cada uno de éstos, basados en la experiencia de los técnicos y operadores de la empresa.

Se definen las prioridades de mantenimiento de acuerdo a su necesidad de ejecución y dependiendo del tipo de mantenimiento que se vaya a realizar así:

Prioridad A: Al mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo que necesite realizarse de manera inmediata sin lugar a espera.

Prioridad B: Es el mantenimiento preventivo, que se ha programado con anticipación.

Prioridad C: Es el mantenimiento preventivo o predictivo menor, es decir, todos los trabajos de limpieza y estética de los equipos e instalaciones que pueden dar espera para poder realizar otros trabajos de mantenimiento pendientes o catalogados con otra prioridad.

De acuerdo, con el estudio de pareto anteriormente realizado se observó que de los 81 equipos analizados 24 representan las causas vitales (Ver cuadro 17). Pues producen aproximadamente el 80% de las fallas del total de la muestra, por lo que se debe planear como resolver la causa prioritaria: "Operación deficiente de los equipos e instalaciones", investigando a fondo el porque de la mala operación y quien la origina se procede a implementar los procedimientos de mantenimiento definidos en el manual, para atacar este problema y permitir a los equipos brindar un servicio con mejores condiciones de calidad.

Cuadro 17. Equipos e instalaciones con mayor número de fallas

No.	NOMBRE DEL EQUIPO	CODIGO
RUTA I		
1	Sub-Estación Capsular	11-05-EP-01-02
2	Motor	11-02-ME-01-05
3	Bomba	11-02-BO-01-05
RUTA II		
4	Motor Eléctrico Eje Vertical	07-02-ME-03-02
5	Macromedidor	07-02-MA-03-02
6	Bomba Eje Vertical	07-02-BO-03-02
7	Válvulas Golpe de Ariete	07-02-VA-03-02
8	Transformador	07-02-TR-03-02
9	Tablero de Control-Arrancador	07-02-TA-AR-03-02
RUTA III		
10	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-04
11	Espectrofotómetro	14-01-LB-02-04
12	Motor Eléctrico	14-01-ME-01-01
13	Dosificador de Cal	14-01-DO-04-01
14	Floculador	14-01-FL-01-01
RUTA IV		
15	Válvulas	34-03-VA*01-11a14
16	Tanque Circular	34-03
RUTA V		
17	Luv 2300 4x2	01-LV-01-01
18	Camión Perforador Internacional	01-CP-03-03
19	Luv 2300 4x4	01-LV-01-05
RUTA VI		
20	Casa	04-01-08
21	Bodega de Almacenamiento	04-04-20
22	Caseta Parque Recreacional	04-02-27
RUTA VII		
23	Generador	02-EP-01
24	Soldadura Polietileno	02-EP-23

3.4. RESULTADO DE LA PRUEBA PILOTO

Para demostrar los resultados obtenidos por el proyectista, se presenta el análisis de la implementación de la propuesta gerencial de mantenimiento preventivo realizado a partir de septiembre de 2004, el cual fue evaluado teniendo como base los indicadores de gestión presentados en el documento.

En la evaluación de la prueba piloto se desarrolla el plan de acción inicialmente concebido, es decir, se registran los datos necesarios cada vez que se presente un paro en un recurso vital o importante. Los operadores reportan al departamento de mantenimiento el cual lo analiza y mensualmente informa sobre los resultados de los trabajos de mantenimiento.

Para realizar la prueba piloto se tomó como base los 24 equipos e instalaciones, que presentaron mayor número de fallas y paros no programados en la prestación del servicio. Estos equipos e instalaciones fueron el resultado que arrojó el análisis de Pareto, y corresponden al 7,75% del total de equipos e instalaciones con que cuenta el área operativa de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. y al 80% del total de fallas es decir los *muchos vitales*.

Según las normas y procedimientos de mantenimiento descritas en el “Instructivo de Mantenimiento de Equipos” FOR-MAN-EQU-04 e “Instructivo de Mantenimiento de Instalaciones” FOR-MAN-INST-04, se determina que el total de actividades de los 24 equipos e instalaciones es 61 y el número de horas hombre programadas para ejecutar estas actividades es de 180.8 H.H., entendiéndose como actividad las operaciones a realizar según la operabilidad del equipo, duración y periodicidad del mantenimiento. Por esta razón el Departamento de mantenimiento tendrá a su disposición un técnico eléctrico, técnico mecánico, técnico constructor y 11 operadores.

Se deberá asignar 2 turnos de mantenimiento de 8 horas cada uno para cumplir las metas indicadas en la propuesta gerencial de mantenimiento.

Para determinar el indicador de productividad es necesario calcular el número de horas de retrabajo, lo cual significa el tiempo que gasta el operador en volver a realizar la actividad de mantenimiento por haberla realizado mal o con desperfectos, presentando deficiencias y fallas en el equipo o instalación.

El departamento de contabilidad de la empresa SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. entrega el informe detallado de costos de mantenimiento preventivo y correctivo durante los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre y septiembre del año 2004 donde especifica costos, cantidad de material, mano de obra, pruebas de calibración, elementos para sustitución, infraestructura necesaria para la puesta en marcha de la prueba piloto, las cuales están totalizadas en el cuadro 18.

Para evaluar los indicadores de gestión, se realizaron inspecciones diarias a los trabajos de mantenimiento y con la colaboración de los operadores se registro el tiempo real que se gastó para realizar dichos trabajos. El cuadro 19 presenta el resumen de los resultados obtenidos.

Cuadro 18. Resumen de tabulación de datos

INDICADOR MES	Trabajos Ejecutados	H.H. Reales	H.H. Retrabajo	Equipos con paro	Trabajos de Conservación Contingente
SEPTIEMBRE	43	343	35	10	19
OCTUBRE	49	330	20	5	15
NOVIEMBRE	54	324	15	3	9
DICIEMBRE	57	320	15	1	3
ENERO	58	310	10	1	3

3.4.1. Aplicación de los indicadores de gestión. Para determinar la eficacia de la propuesta, a continuación se mostrará el cálculo de los indicadores de gestión de los meses de estudio de la prueba piloto.

MES DE SEPTIEMBRE

INDICADORES DE PLANEACIÓN

- **Indicadores del Cumplimiento de la Planeación**

Se programaron para este mes 61 trabajos de mantenimiento y solo se ejecutaron 43, por lo tanto:

$$\text{NCP} = \frac{43}{61} \times 100 \qquad \text{NCP} = 70.5\%$$

Este indicador nos muestra que del 100% de los trabajos programados para ejecutar, solamente se ejecutó un 70.5%.

- **Eficiencia en la Planeación**

Se programaron 281 Horas Hombre para la ejecución de las actividades de mantenimiento y se utilizaron 343 H.H. por lo tanto:

$$\text{EP} = \frac{343}{281} \times 100 \qquad \text{EP} = 122.1\%$$

Este indicador nos muestra que se utilizó un 22.1% más de Horas Hombre que las programadas para los trabajos de mantenimiento, se muestra un porcentaje relativamente alto debido a que hasta ahora se está implementando el programa y por lo tanto hay demoras en los materiales y falta de práctica en los operadores de mantenimiento, se estima que a medida que avance el programa los operadores tengan una mayor agilidad y complejidad en los trabajos y puedan cumplir con las horas hombre programadas por el Coordinador de Mantenimiento.

INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

- **Eficiencia en el Trabajo**

Se determinó que durante el mes de septiembre se trabajaron 343 H.H y 35 H.H. de retrabajo, por lo tanto:

$$ET = \frac{343-35}{343} \times 100 \quad ET = 89.8\%$$

Este indicador nos muestra que existió una eficiencia en el trabajo del 89.8%, porcentaje alto puesto que el personal escogido es altamente calificado y su capacitación e inducción al programa dio resultados favorables para la empresa. Se espera que a medida que transcurre el programa este indicador alcance su nivel máximo de eficiencia y productividad.

- **Nivel de disponibilidad de Equipos**

Para el mes de Septiembre se programaron para mantenimiento 24 equipos, de los cuales se encontraron en paro 10, lo que nos indica:

$$NDE = \frac{24 - 10}{24} \times 100 \quad NDE = 55.2\%$$

Que en el momento de realizar el mantenimiento se encontraban en disponibilidad el 55.2% de los equipos programados para trabajos de mantenimiento, se proyecta que por medio del programa aumente la disponibilidad de equipos para operación normal y disminuya los equipos en paro que afectan la eficiencia en la prestación del servicio.

- **Nivel de conservación**

Se realizaron durante este mes 19 trabajos de conservación contingente y 61 de conservación programada, lo que nos indica:

$$\text{NC} = \frac{19}{61} \times 100 \quad \text{NC} = 31.1\%$$

Que a medida que se van aumentando las actividades de mantenimiento preventivo, aumenta el nivel de conservación de los equipos y disminuir las actividades de conservación contingente (mantenimiento Correctivo), que en este caso fue del 31,1%.

INDICADORES DE COSTO

- **Nivel de Costos de Conservación**

Se estimo que en el mes de septiembre los costos de conservación (directos e indirectos) según el departamento de contabilidad fue de \$14.350.000 y los costos de paro 16.320.000 lo que nos indica:

$$\text{NCC} = \frac{14.350.000 - 16.320.000}{14.350.000} \times 100 \quad \text{NCC} = -13.7\%$$

Que en el primer mes de implementación del programa, los costos de paro para los 24 equipos que iniciaron la prueba piloto superan a los de conservación en un 13.7%, lo que nos indica que para los meses siguientes se deben reducir estos costos para alcanzar el punto de equilibrio.

Cuadro 19. Comparativo de indicadores de los meses septiembre - diciembre de 2004

INDICADOR	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Costos Directos de Mantenimiento	55'235.520	44'105.000	21'909.000	11.469.153
Nivel de Cumplimiento de la Planeación (NCP)	70.5%	88.5%	93.4%	95.1%
Eficiencia de la Planeación (EP)	122.1%	115.3%	113.9%	110.3%
Eficiencia en el trabajo (ET)	89.8%	95.4%	95.3%	96.7%
Nivel de Disponibilidad de Equipos (NDE)	55.2%	86.9%	95.6%	95.6%
Nivel de Conservación (NC)	31.1%	14.8%	4.9%	4.9%
Nivel de Costos de Conservación (NCC)	13.7%	24.3%	25.3%	65.2%

Fuente: Estados financieros de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. y resultados del estudio

Como muestra el cuadro 19 los indicadores de gestión pueden responder satisfactoriamente, mes tras mes, a la evaluación de la implementación del manual de mantenimiento preventivo de equipos e instalaciones del área operativa de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A., lo cual es de gran beneficio para la empresa, porque disminuye los costos por paros no programados en un 97.1% y en un 89.8% los costos de mantenimiento en tan solo 24 equipos y 5 meses utilizados en la implementación (ver anexo 12).

La proyección de la empresa es tener un nivel óptimo de mantenibilidad de equipos e instalaciones, disminuir a un año el máximo de costos, aumentar la productividad, tener la fiabilidad y prestigio de los equipos e instalaciones en conjunto y aprovechar los recursos con los que cuenta. El nivel óptimo al

que se hace referencia está ligado con las curvas de costo mínimo de conservación en las cuales SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. encontrará el punto deseado a medida que vaya transcurriendo la implementación del Manual de Mantenimiento Preventivo.

4. CONCLUSIONES DE LA PRUEBA PILOTO

- Para la empresa SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A., la implementación del programa de Mantenimiento Preventivo, contribuyó a la disminución de costos por paradas de equipos además de una mejora sustancial en el estado y calidad de sus equipos durante el periodo que se desarrollo la prueba piloto.
- El Programa de Mantenimiento es una herramienta que permite medir, evaluar y determinar en que estado de operación y de productividad nos encontramos en cualquier momento permitiendo tomar decisiones estratégicas y tácticas.
- La prueba piloto permitió concientizar a los directivos de la Empresa SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. la importancia de tener el Programa de Mantenimiento, ya que no solo aumenta la productividad en sus equipos e instalaciones sino que eleva la eficiencia de sus trabajadores y la calidad de prestación del servicio.
- Al finalizar la prueba piloto se encontró una gran diferencia entre los costos de mantenimiento preventivo con relación a los de mantenimiento correctivo, lo que indica el éxito del programa.

5. CONCLUSIONES

- Dadas las condiciones actuales de la empresa de servicios públicos SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. al realizar actividades de mantenimiento sin ninguna programación ni procedimientos establecidos hace prioritario poseer en sus documentos instructivos de operaciones el Manual de Mantenimiento Preventivo el cual permite disminuir el deterioro de los recursos vitales o importantes y tener un nivel de conservación óptimo para prolongar su vida útil y aumentar la productividad de los equipos e instalaciones.
- Un factor determinante para la realización del presente proyecto fue el diseño, elaboración e implementación del sistema de codificación ya que con él se busco la unificación de los equipos e instalaciones y se pudo determinar cuantos recursos de este tipo posee la empresa en el año 2004. El sistema de inventario y fichas técnicas permite a los operadores de mantenimiento identificar fácilmente a que tipo de instalación o equipo asignado se le va a realizar mantenimiento preventivo. Estos aspectos en el desarrollo de la prueba piloto fueron de gran aceptación por parte de los directivos y operadores de la empresa.
- Las herramientas que el proyectista utilizó para la elaboración e implementación del manual del mantenimiento preventivo del área operativa de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. fue la planeación, organización, desarrollo y control de cada una de las actividades que se ejecutaron durante el proyecto, dando resultados satisfactorios tanto para el proyectista como para la empresa.
- Una de las herramientas primordiales con las que cuenta el Manual de Mantenimiento Preventivo es el análisis de Pareto porque permiten

identificar los equipos e instalaciones que necesitan mantenimiento en un orden de prioridades, además detecta las causas por las que los equipos presentan paros no programados, como y cuanto mantenimiento se le debe dar a un equipo, permitiendo planear los trabajos.

- La ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo garantizan que el trabajo programado se ejecute cuando es debido y con la posibilidad de poder indicar en que fecha dicho trabajo se debe volver a realizar, también asegura el funcionamiento eficiente de los equipos e instalaciones, su máximo rendimiento y la disminución de costos por paradas no programadas.
- La organización y distribución del trabajo, como lo indica el manual de mantenimiento preventivo aumenta sin duda la moral de los trabajadores puesto que permite la especialización del trabajo y la toma de decisiones, lo cual hace el trabajo más satisfactorio para los operadores.
- Los modelos matemáticos o indicadores de gestión serán siempre el apoyo ideal para llevar a cabo el planteamiento de alternativas de solución a problemas presentados durante el crecimiento y madurez del manual constituyéndose así como una herramienta esencial para la Gerencia.
- Por medio de la programación del trabajo y de los instructivos de mantenimiento puede el Coordinador elaborar las órdenes de compra de materiales con anticipación, garantizando con esto que no existirán retrasos en la ejecución de las actividades, también se puede llevar el control de las cantidades de material utilizadas, permitiéndole así al departamento de contabilidad registrar las entradas y salidas de material así como sus costo de mantenimiento.

- El impacto negativo que se pudo predecir en la implementación del manual fue que la preservación y el mantenimiento programado incurren en un factor denominado *hiperpreservación o hipermantenimiento* debido a la programación periódica de las actividades de mantenimiento lo que hace necesario crear un sistema de inspección antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento preventivo mayor.

6. RECOMENDACIONES

- Durante el desarrollo de la prueba piloto se pudo observar que es necesario identificar cada equipo e instalación por medio de un sistema de plaquetas con los códigos asignados en el sistema de ruteo y codificación para que los operadores puedan determinar con veracidad el equipo o instalación al que se le está haciendo mantenimiento.
- Para que la propuesta gerencial de mantenimiento preventivo, se lleve a cabo con Eficiencia es necesario terminar la base de datos que le permita al coordinador programar y administrar con exactitud las actividades de mantenimiento, la cantidad de materiales requeridos y el número de horas-hombre necesarios para desarrollar dichas actividades.
- Es necesario que para el desarrollo del manual de mantenimiento exista una relación especial entre el departamento de mantenimiento y el almacén para cooperar en la elaboración de pronósticos de consumo, stock de inventarios, agilizar y controlar las reparaciones reportando consumos anormales y limitaciones temporales en el surtido de refacciones, materiales y herramientas.
- Cabe resaltar que es importante para la empresa SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. crear el departamento de Mantenimiento como una dependencia auxiliar del área de operaciones para garantizar la efectividad y cumplimiento de los trabajos.
- Se propone realizar el estudio de criticidad para optimizar el programa de mantenimiento.

- Como uno de los objetivos empresariales es el mejoramiento continuo se plantea, la realizar sobre el total de los equipos el análisis del tiempo medio entre fallas para garantizar la funcionalidad del los trabajos de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

CHASE, Aquilano Jacobs. Administración de producción y operaciones, calidad y servicios 8 ed. México: Irwin, 2001. 380 p.

DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO, universal, Santafé de Bogotá: Aragón, 1989. 650 p.

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique. La Productividad en el mantenimiento Industrial. México: CECSA, 2000. 348 p.

HEINTZELMAN, E. John. Manual de administración del mantenimiento. Madrid: McGraw-Hill, 1993. p. 7.1.

HENRIQUEZ BASTIAS, Hernán. Introducción a la ingeniería de prevención de pérdidas. Santafé de Bogotá: CECSA, 1999. 259 p.

HODSON K. William. Manual del ingeniero industrial. New York: McGraw-Hill, 1998. 982 p.

KEITH, Denton. Seguridad industrial, administración y métodos. Illinois: Carbondale, 2000. 290 p.

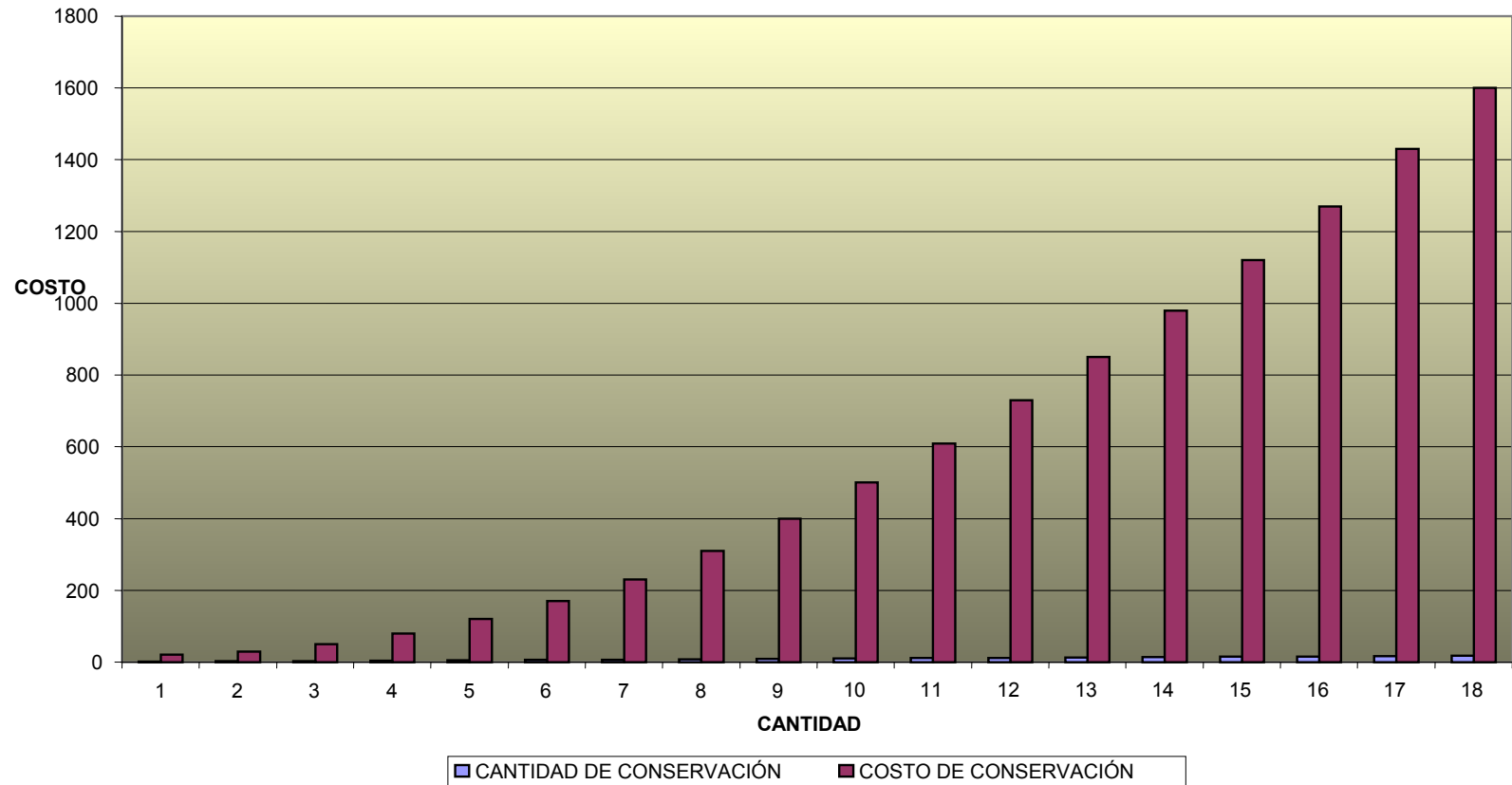
MATHUR, Solow. Investigación de operaciones. Madrid: Prentice Hall. 1999. 459 p.

SAPAG, Nassir y CHAIN Reinaldo. Preparación y evaluación de proyectos. Santafé de Bogotá: McGraw-Hill, 1988. 298 p.

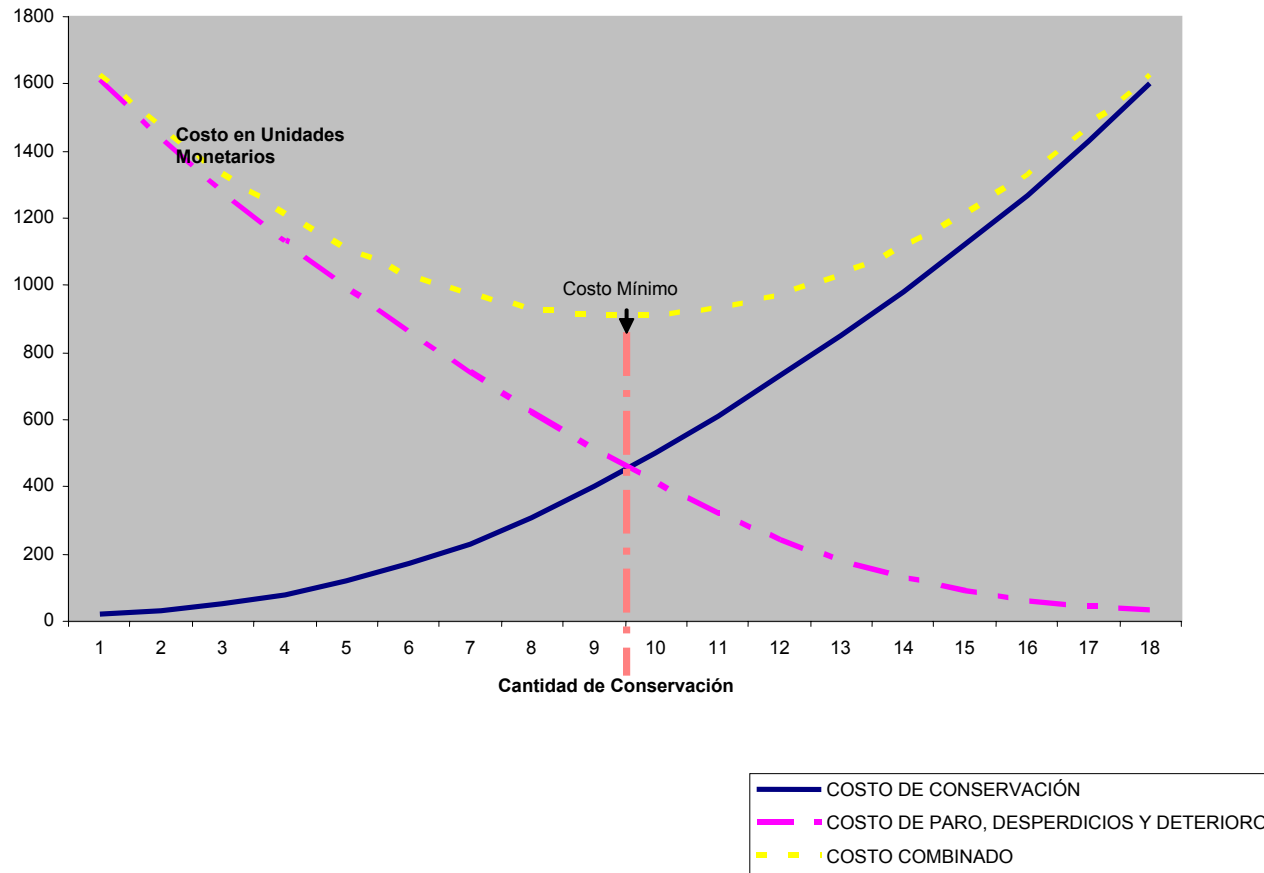
W.Y.M., Stewart. El departamento de mantenimiento de la empresa. Madrid: Deusto – Bilbao, 1964. 426 p.

ANEXOS

ANEXO 2. GRÁFICO COSTO MÍNIMO DE CONSERVACIÓN



ANEXO 3. GRÁFICO PUNTO DE EQUILIBRIO



**ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIONES
Y EQUIPOS DE ÁREA OPERATIVA DE SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. – S.A.**

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

1 INTRODUCCIÓN

- ✓ El proceso de mantenimiento es una herramienta que le permite a SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A., clasificar y codificar todos los equipos e instalaciones, preservándolos, consiguiendo el propósito general que es prolongar su vida útil, orientando adecuadamente los trabajos que sobre ellos se realicen tendentes al mantenimiento y a mejorar el servicio que estos prestan.

2 OBJETIVO

- ✓ Definir las actividades y responsables de las acciones que se deben ejecutar y los criterios que se deben tener en cuenta para el desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones del área operativa de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A.

3 ALCANCE


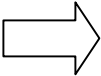


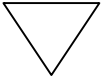
- ✓ Crear un sistema permanente de diagnóstico que permita detectar y evitar a toda costa perder la calidad del servicio en los equipos e instalaciones, además del fácil manejo y empleo del Manual del Mantenimiento Preventivo (MMP).

4 DEFINICIONES

4.1 PROCESO

- ✓ Es la serie de sucesos o hechos que se desarrollan en un lapso y tienen habitualmente fines o efectos identificables. Su representación gráfica es llamada diagrama de proceso y es la siguiente:

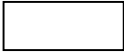

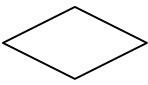





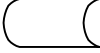


ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Operaciones
	Transporte
	Inspecciones
	Demoras
	Almacenamiento

4.2 PROCEDIMIENTO

- ✓ Es la sucesión de pasos realizados para obtener un resultado específico, por lo cual se definen en este todos los detalles de cada paso a seguir. Su representación gráfica es llamada flujograma de procedimiento y es la siguiente:

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Proceso
	Proceso Alternativo
	Decisión
	Datos
	Documento
	Multidocumento
	Conector de Páginas
	Conector de procedimientos
	Datos almacenados
	Espera
	Inicio Y Fin

4.3 ACTIVIDAD

- ✓ Cada uno de los pasos realizados en el desarrollo normal de las actividades de mantenimiento.

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

4.4 EQUIPO

- ✓ Todo tipo de maquinaria: eléctrica, mecánica, tornos, prensas y vehículos, entre otros.

4.5 INSTALACIÓN

- ✓ Todos aquellas construcciones, edificios, carreteras, terrenos que sirven para el asentamiento y comunicación de la empresa.

4.6 ACTIVIDADES GENERALES

4.6.1 Inspección. Es la observación de los recursos, con objeto de obtener información sobre su estado físico o de su funcionamiento.

4.6.2 Rutina. Son los trabajos de preservación y mantenimiento que es necesario realizar periódicamente para obtener buena apariencia, duración y funcionamiento del recurso (limpiar, lubricar, pintar, revisar, detectar e informar).

4.6.3 Reparación. Son los trabajos efectuados para corregir los daños que haya tenido un recurso, o los defectos de fabricación que registre el mismo en una de sus partes.

4.6.4 Modificación. Son los trabajos que se realizan para reformar el diseño de las propiedades físicas de los recursos, con el fin de eliminar fallas repetitivas originadas por su diseño o fabricación defectuosa.

5. DETERMINACIÓN DE LOS RECURSOS A UTILIZAR

- **Actividades Básicas del Programa.** La determinación de los recursos necesarios va de acuerdo con las actividades básicas que se deben determinar para su desarrollo. Estas son:

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

- ✓ Ordenación, supervisión, control, evaluación, información, coordinación de todas las actividades del programa
- ✓ Manejo del Sistema de Cómputo establecido para desarrollar la programación, las órdenes de trabajo y los controles necesarios
- ✓ Manejo del inventario elaborado y su correspondiente codificación
- ✓ Ejecución de la actualización del inventario
- ✓ Responsabilización de las órdenes de trabajo
- ✓ Ejecución de las órdenes de trabajo
- ✓ Diligenciamiento de las órdenes de trabajo
- ✓ Evaluación de la información sobre las órdenes de trabajo
- ✓ Evaluación física de las órdenes de trabajo
- ✓ Corrección de las anomalías presentadas.

6. ÁREAS CARGOS Y FUNCIONES INVOLUCRADAS EN DESARROLLO DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

✓ **Dirección Operativa.**

Será la encargada de la ordenación supervisión, control, evaluación información, optimización, coordinación de todas las actividades del programa velando por el cumplimiento oportuno y adecuado de estas, además de generar las órdenes de trabajo.

✓ **Almacén General**

Se encargará de realizar los controles programados relacionados con las existencias, salidas, costos de los elementos necesarios para el desarrollo del programa (repuestos, elementos de consumo, herramientas, etc.)

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

✓ **Supervisor del Programa.**

Tendrá como funciones:

- a. El manejo del sistema y de las tarjetas de inventario
- b. La ejecución de la actualización del inventario
- c. La coordinación de los aspectos requeridos para el cumplimiento de las órdenes de trabajo
- d. La evaluación de los informes recibidos sobre la ejecución de las órdenes de trabajo formato recibido del operador o técnico
- e. La información al coordinador de acueducto sobre la evaluación de los informes recibidos y sobre las evaluaciones físicas realizadas
- f. La coordinación para el cumplimiento de las actividades tendientes a corregir las anomalías detectadas según los informes recibidos y por las evaluaciones físicas realizadas.

✓ **Coordinador de Acueducto.**

Deberá cumplir con las siguientes funciones:

- a. Analizar la información recibida del supervisor del programa sobre el desarrollo de los trabajos realizados.
- b. Presentar al director operativo los resultados del análisis realizado
- c. Coordinar los aspectos necesarios para corregir anomalías presentadas.

✓ **Técnicos y Operadores.**

Tienen como función la ejecución de las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo éstas serán realizadas de acuerdo a su contenido, por los técnicos y los operadores de la empresa, estos realizan labores de mantenimiento menor y mantenimiento mayor.

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

✓ **Técnicos.**

Tendrán como funciones principales:

- a. Ejecutar los trabajos de mantenimiento preventivo mayor establecidos en los procedimientos de mantenimiento
- b. Informar al supervisor del programa sobre la ejecución de los trabajos realizados.
- c. Solicitar los elementos necesarios para el desarrollo normal de sus actividades
- d. Realizar los correctivos que le sean ordenados
- e. Llevar los registros requeridos para el normal desarrollo del manual

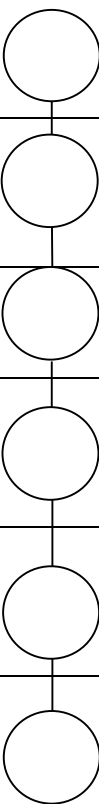
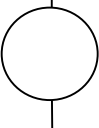
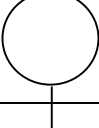
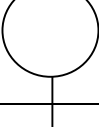
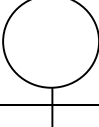
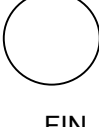
✓ **Operadores.**

Son funciones de los operadores:

- a. Realizar las actividades de operación de las instalaciones y equipos que le sean asignados
- b. Ejecutar todas las actividades de mantenimiento menor establecidas en los procedimientos de mantenimiento
- c. Informar al supervisor del programa sobre la ejecución de trabajos realizados
- d. Llevar los registros solicitados en los procedimientos del manual
- e. Realizar los correctivos de los trabajos que le sean asignados
- f. Solicitar los elementos necesarios para el normal cumplimiento de sus funciones.

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

7. DIAGRAMA DE PROCESO

DIAGRAMA	DESCRIPCIÓN
INICIO 	Definición de los parámetros de codificación a utilizar
	Levantamiento del inventario técnico
	Elaboración de las fichas técnicas de identificación
	Elaboración del instructivo de mantenimiento
	Ejecución de los procedimientos de mantenimiento
 FIN	Seguimiento y control de los procedimientos de mantenimiento

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

8. DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CODIFICACIÓN

8.1 Flujoograma del Procedimiento

FLUJOGRAMA	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	ACTIVIDADES	PUNTO DE CONTROL
	INICIO			
	Identificación de las similitudes técnicas de instalaciones y equipos	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	A	
	¿Más del 45% de los equipos e instalaciones presentan características similares?			
	Concepción del mantenimiento por rutas generales	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	B	
	Concepción del mantenimiento por áreas	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	C	
	Definición de rutas de mantenimiento	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	D	
	Diseño de la codificación de acuerdo con la metodología establecida.	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	E	
	Pasa a Procedimiento de "Levantamiento del Inventario Técnico"		F	

DEFINICIÓN DE LAS RUTAS DE MANTENIMIENTO. Las rutas de mantenimiento se determinaron por el proyectista junto con el Gerente Operativo de SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A., teniendo en cuenta la ubicación de los equipos e instalaciones, de tal modo que se realizó secuencialmente como el sistema de acueducto así:

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

SISTEMA Captaciones estaciones bombeo y de	RUTA DE MANTENIMIENTO	
	RUTA I	
	1. Captación TEATINOS 2. Captación CORTADERAL 3. Bombeo CORTADERAL	4. Bombeo LA PICOTA 5. Bombeo EL CARMEN 6. Bombeo LA FUENTE

SISTEMA	RUTA DE MANTENIMIENTO	
Pozos Profundos	RUTA II	
	Los Muiscas U.P.T.C 3.-4. La Fuente I y II 5. Belarcazar 6. Parque Recreacional 7. El Estadio 8. La Remonta 9.-10 Batallón Bolívar I y II	11. Caminos Vecinales 12. Silvino Rodríguez 13. San Antonio 14.-15. Cooservicios I y II 16. Florida 17. San Francisco 18. Pensilvania 19. Runta

SISTEMA Planta de Tratamiento -01	RUTA DE MANTENIMIENTO	
	RUTA III	
	Todas las instalaciones y equipos de acuerdo al inventario.	

SISTEMA	RUTA DE MANTENIMIENTO	
Tanques	RUTA IV	
	1. El triunfo 2. La Picota 3. El Milagro 4. Circular	5. El Carmen 6. Gemelos 7. San Rafael 8. La Fuente

SISTEMA	RUTA DE MANTENIMIENTO	
Vehículos	RUTA V	
	Todos los establecidos en las correspondientes fichas de inventario.	

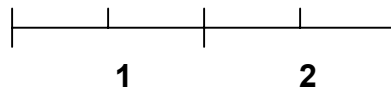
ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

SISTEMA	RUTA DE MANTENIMIENTO
Inmuebles	RUTA VI
	Todos los establecidos en las correspondientes fichas de inventario.

SISTEMA	RUTA DE MANTENIMIENTO
Equipos Especiales	RUTA VII
	Todos los establecidos en las correspondientes fichas de inventario.

DISEÑO DE LA CODIFICACIÓN DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA ESTABLECIDA. Para efectos de codificación, ésta se realizará de acuerdo a los parámetros o a los lineamientos establecidos por el proyectista y los requerimientos de la empresa SERA.Q.A. TUNJA E.S.P. S.A. así.

1. CAPTACIONES Y ESTACIONES DE BOMBEO



Se compone de cuatro dígitos en dos campos de la siguiente forma:

➤ CAMPO I

Los dígitos identifican las instalaciones de acueducto:

- 01 Captación torre
- 02 Captación lateral
- 03 Captación de fondo

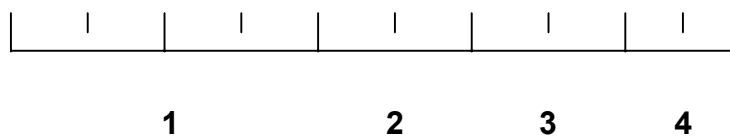
ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

04	Galería filtrante
05	Conducción por gravedad
06	Conducción por bombeo
07	Pozo profundo
08a10	Disponible para asignar
11	Estación de bombeo
12	Estación de rebombeo
13	Unidad de desinfección
14	Planta convencional
15	Planta compacta
16	Redes de distribución
17a33	Disponible para asignar
34	Tanque superficial
35	Tanque enterrado
36	Tanque semi-enterrado
37a60	Disponible para asignar

➤ CAMPO 2

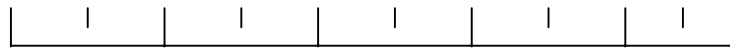
Dos dígitos identifican el número de orden de la instalación.

2. UNIDADES DE TRATAMIENTO



ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

3. UNIDADES DE TRATAMIENTO



1

2

3

4

- CAMPO 1

Cuatro dígitos identifican el sistema al cual pertenece la unidad Ej: 14-01:Planta convencional inventariada con los dígitos 01

- CAMPO 2

Dos letras identifican el nombre de la Unidad. Ej: DO: Dosificador.

- CAMPO 3

Dos dígitos identifican el tipo de unidad. Ej: 04 Dosificador de Cal.

- CAMPO 4

Dos dígitos identifican el número de orden que le corresponde a la unidad.

Letras y números que identifican las unidades:

DO – DOSIFICADORES

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

DO01	Sulfato de aluminio – volumétrico
DO02	Sulfato de aluminio – Gravimétrico
DO03	Sulfato de aluminio –Líquido
DO04	De cal
DO05	De cloro en solución
DO06	De cloro gaseoso
DO07	De cloro aplicación directa
DO08	Hipocloradores
DO09	De carbón activado
DO10	De permanganato de potasio
DO11	De floruro de sodio
DO12/DO99	Disponibles para asignar

AI – AIREADORES

AI01	De bandejas
AI02	De cascada
AI03/AI099	Disponible para asignar

FL – FLOCULADORES

FL01	Mecánicos de eje Vertical
FL02	Mecánico de eje Horizontal
FL03	Hidráulico
FL04/FL99	Disponible para asignar

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

SE – SEDIMENTADORES

SE01	Flujo Horizontal
SE02	Flujo ascendente
SE03/SE99	Disponible para asignar

FI – FILTROS

FI01	Rápidos
FI02	Convencional
FI03	A presión
FI04	Auto lavable
FI05/FI99	Disponible para asignar

VA - VÁLVULAS

VA01	Válvula de control Interno
VA02	Válvula de Control Externo

EP - EQUIPOS ESPECIALES

EP01	Equipos Especiales Eléctricos
EP02	Equipos Especiales Varios

LB - EQUIPOS DE LABORATORIO

LB01	Aguas Residuales
LB02	Físico -Químico

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

LB03 Bacteriológico

Ejemplo: El dosificador de sulfato de aluminio volumétrico No. 1 de la planta convencional No. 01 estará codificado así: 14-01-DO-01

4. INSTALACIONES DE ALCANTARILLADO

61a 99 Disponibles para asignar

5. EQUIPOS DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADO



➤ CAMPO 1

Cuatro dígitos identifican el sistema al cual pertenece el equipo.

Ej: 07 – 01 Pozo profundo inventariado con los dígitos 01.

➤ CAMPO 2

Dos letras identifican el nombre del equipo.

Ej: BO Bomba (listado correspondiente posteriormente).

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

➤ **CAMPO 3**

Dos dígitos identifican el equipo

Ej: 01, bomba Centrífuga de eje horizontal (listado correspondiente posteriormente).

➤ **CAMPO 4**

Dos dígitos identifican el número de orden del equipo

Ej: 02, Indica que la bomba es la No. 2 del sistema.

6. LETRAS Y DÍGITOS QUE IDENTIFICAN LOS EQUIPOS DE ACUEDUCTO

BO

BOMBAS

BO01	Bombas centrífugas de eje Horizontal
BO02	Bombas centrífuga de eje Vertical (turbinobombas)
BO03	Bombas centrífuga de eje Vertical (bomba sumergible)
BO04	Bombas de tornillo
BO05	Bombas de émbolo
BO06	Bombas de diafragma
BO07/BO99	Disponibles para asignar

ME

MOTORES ELÉCTRICOS

ME01	Trifásico de eje horizontal
ME02	Trifásico de eje vertical
ME03	Monofásico
ME04	Sumergible Trifásico de eje vertical
ME05/ME99	Disponible para asignar

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

TR01	Trifásico en baño de aceite
TR02	Trifásico en seco
TR03	Monofásico
TR04/TR99	Disponibles para asignar

CO COMPRESORES

CO01	De pistón
CO02	Rotación
CO03/CO99	Disponibles para asignar

MA MACROMEDIDORES

MA01	Canaleta parshall
MA02	Tipo hidrométrico (controlador y medidor)
MA03	Tipo regulador y medidor
MA04/MA99	Disponibles para asignar

CT CONTADORES

CT01	Contador de activa
CT02	Contador de reactiva

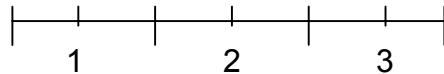
Ej: La bomba centrífuga de eje horizontal No. 05 de la estación de bombeo No. 01 será codificada así: 11- 01- BO01- 05

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

7. VEHÍCULOS, EQUIPOS ESPECIALES, INMUEBLES

01	Vehículos
02	Equipos especiales
03	Computadores
04	inmuebles
05/99	Disponibles para asignar

VEHÍCULOS



➤ CAMPO 1

Dos dígitos identifican el nombre del sistema

Ej: 01 Vehículos

➤ CAMPO 2

Dos letras identifican el nombre del vehículo

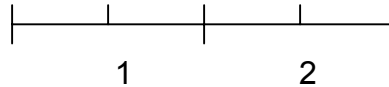
Ej: AU – Automóvil

➤ CAMPO 3

Dos dígitos identifican el número de orden del vehículo dentro del sistema.

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

8. EQUIPOS ESPECIALES



➤ CAMPO 1

Dos dígitos identifican el nombre del equipo

Ej: 01 – Generador.

➤ CAMPO 2

Dos dígitos identifican el número de orden del equipo

Ej: 01 – El generador No. 1

8. INMUEBLES



➤ CAMPO 1

Dos dígitos identifican el nombre del sistema

Ej: 04 – Inmuebles

➤ CAMPO 2

Dos dígitos identifican el tipo de inmueble.

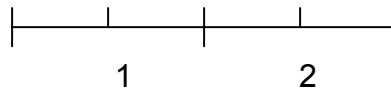
ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

- 01 Casa
- 02 Caseta
- 03 Cabaña
- 04 Otros

➤ **CAMPO 3**

Dos dígitos identifican el número de orden del inmueble.

9. TANQUES



➤ **CAMPO 1**

Dos dígitos identifican el tipo de tanque

Ej: 34 – Tanque superficial



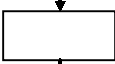



➤ **CAMPO 2**

Dos dígitos identifican el número de orden de tanque respectivo.

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

9. LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO TÉCNICO


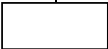
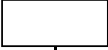



9.1 Flujograma del Procedimiento

FLUJOGRAMA	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	ACTIVIDADES	PUNTO DE CONTROL
	viene del paso F del procedimiento de "Definición de los parámetros de Codificación"			
	Recepción del listado de todos los equipos e instalaciones del área operativa de la empresa	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	A	
	Análisis del inventario	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	B	
	Discriminación del mantenimiento	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	C	
	Unificacio de equipos e instalaciones	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	D	
	Elaboración del inventario técnico de instalaciones de acuerdo al formato FOR-INV-INST-01	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO Y OPERADORES	E	
	Elaboración del inventario técnico de equipos de acuerdo al formato FOR-INV-EQU-01	SUPERVISOR DE MAMTENIMIENTO Y OPERADORES	F	
	Pasa a Procedimiento de "Elaboración de las fichas Técnicas de Identificación"		G	

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

10. ELABORACIÓN DE LAS FICHAS TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN

10.1 Flujoograma del Procedimiento

FLUJOGRAMA	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	ACTIVIDADES	PUNTO DE CONTROL
	Viene del paso G de procedimiento "Levantamiento del Inventario Técnico"			
	Análisis del levantamiento del inventario Técnico	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	A	
	Determinación de las partes o equipos auxiliares que requieren mantenimiento	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	B	
	Elaboración de la Ficha Técnica de Identificación de instalaciones formato FOR-FTEC-INST-02	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	C	
	Elaboración de la Ficha Técnica de Identificación de equipos formato FOR-FTEC-EQU-02	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	D	
	Pasa a Procedimiento de "Elaboración del Instructivo de Mantenimiento"		E	

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

11. ELABORACIÓN DEL INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO

11.1 Flujograma del Procedimiento

FLUJOGRAMA	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	ACTIVIDADES	PUNTO DE CONTROL
	Viene del paso E de procedimiento "Elaboración de las Fichas Técnicas de Identificación"			
	Determinación de las horas diarias de funcionamiento según formato FOR-HDF-EQU-03	OPERADORES, TÉCNICOS Y SUPER. DE MANTENIMIENTO	A	
	Descripción de las actividades de mantenimiento de instalaciones según FOR-MAN-INST-04	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	B	
	Descripción de las actividades de mantenimiento de equipos según FOR-MAN-EQU-04	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	C	
	Elaboración del Cronograma anual de mantenimiento según FOR-CAM-05	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	D	
	Pasa a Procedimiento de "Ejecución de las actividades de Mantenimiento"		E	

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

12. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

12.1 Flujograma del Procedimiento

FLUJOGRAMA	PROCEDIMIENTO	RESPONSABLE	ACTIVIDADES	PUNTO DE CONTROL
	Viene del paso E de procedimiento "Elaboración del Instructivo de Mantenimiento"			
	Revisión de las fechas establecidas en el cronograma anual de mantenimiento	TÉCNICOS Y OPERADORES	A	
	Generación de la Orden de Trabajo de Mantenimiento FOR-OT-06	DIRECTOR OPERATIVO	B	
	Ejecución de las actividades establecidas en las fichas de mantenimiento.	TÉCNICOS Y OPERADORES	C	
	Diligenciamiento del Informe de Mantenimiento FOR-INF-MAN-07	TÉCNICO Y/O OPERADORES	D	
	Evaluación de informes y presentación de resultados	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	E	
	Actualización de la Hoja de Vida de los equipo e Instalaciones FOR-HVDA-EQU-08 y FOR-HVDA-INST-08	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	F	
	Seguimiento y control de los procedimientos de mantenimiento	DIRECTOR OPERATIVO	G	
	FIN			

13 DOCUMENTOS REFERENCIADOS

13.1 FORMATOS DE CONTROL

- FOR-INV-INST-01: Inventario Técnico de Instalaciones
- FOR-INV-EQU-01: Inventario Técnico de Equipos
- FOR-FTEC-INST-02: Ficha Técnica de Identificación de instalaciones
- FOR-FTEC-EQU-02: Ficha Técnica de Identificación de Equipos
- FOR-HDF-EQU-03: Horas Diarias de funcionamiento de Equipos
- FOR-MAN-INST-04: Instructivo de Mantenimiento de Instalaciones

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

- FOR-MAN-EQU-04: Instructivo de Mantenimiento de Equipos
- FOR-CAM-05: Cronograma Anual de Mantenimiento
- FOR-OT-06: Orden de Trabajo de Mantenimiento
- FOR-INF-MAN-07: Informe de Mantenimiento
- FOR-HVDA-INST-08: Hoja de Vida de Instalaciones
- FOR-HVDA-EQU-08: Hoja de Vida de Equipos

14 MANEJO Y ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO

- Habiendo sido conformado el inventario de las instalaciones y equipos se requiere establecer, el personal y los mecanismos necesarios para lograr su correcto manejo y su oportuna y eficiente actualización como requisitos indispensables para el normal cumplimiento de los programas basados en su contenido.

15 PLAN DE CONTINGENCIA

Este plan será utilizado en caso de emergencia inmediata que puede ser presentado por los recursos vitales e importantes de la empresa, basándose en procedimientos contingentes desarrollados para obtener la rehabilitación inmediata de la calidad de servicio que han dejado de prestar los equipos e instalaciones afectados con el fin de proteger la economía de la empresa.

Teniendo en cuenta el criterio de conservación integral el cual complementa los enfoques que se deben considerar en toda actividad humana, se debe tener en cuenta en el departamento de mantenimiento los siguientes aspectos:

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

16. HERRAMIENTA GERENCIAL DE MANTENIMIENTO. El objetivo de ésta es que los diferentes niveles administrativos puedan tener la información adecuada para tomar acciones de resultados inmediatos (**tácticos**), tales como el nivel de cumplimiento de la planeación, el nivel de disponibilidad de los equipos, etc.; a los niveles directivos les permite tomar acciones (**estratégicas**) y, sobre todo, por los indicadores que muestren la eficiencia en el trabajo, el costo de conservación comparado con el valor de las instalaciones, el costo de conservación con respecto al costo de reposición, verificando que el programa tenga un porcentaje óptimo de cumplimiento.

16.1. INDICADORES DE CARGA DE TRABAJO. Informan todo lo relativo al trabajo de conservación programado que tiene el Departamento de Mantenimiento Preventivo y que está representado por las rutinas y órdenes de trabajo elaboradas por el Coordinador, su común denominador es el tiempo u Horas Hombre con que se califica cada uno de los documentos mencionados, tomando como objetivo la reducción de los costos, el aumento de la productividad de los equipos, la utilización de las Horas Hombre asignadas para la ejecución de los trabajos y en general busca mejorar el nivel de cumplimiento de las actividades de mantenimiento. La meta de estos indicadores es dar cumplimiento a todos los trabajos programados disminuyendo trabajos rezagados e interrumpidos. El trabajo puede estar colocado en cualquiera de los siguientes eventos:

a. Trabajos Programados. Se deben considerar aquí todos los trabajos existentes, independientemente que estén en espera de ser asignados, en proceso, rezagados o interrumpidos; ya que es necesario reprogramar los que por cualquier causa tengan problemas de ejecución, tomando nuevas fechas en las cuales se considere posible ejecutarlos.

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

b. Trabajos en espera de ser asignados. Son trabajos que no se pueden poner en proceso por falta de mano de obra, materiales, herramientas o tiempo ocioso del recurso por atender.

c. Trabajos en proceso. Se consideran todos los trabajos que se está realizando, para los cuales existe todo lo necesario para seguir desarrollándolos.

d. Trabajos rezagados. Son trabajos que por motivos imprevistos van efectuándose con una programación más lenta que la esperada.

e. Trabajos interrumpidos. Se consideran aquellos trabajos que por cualquier causa tuvieron que interrumpirse y quedaron en espera.

g. Trabajos Terminados. Son trabajos que han llegado felizmente a su término y solo esperan ser documentados (requisitados).

h. Trabajos requisitados. Son trabajos terminados que ya han cumplido con sus requisitos necesarios, y que quedan archivados para posibles aclaraciones o tomas de datos estadísticos.

16.2 INDICADORES DE PLANEACIÓN. Estos indicadores permiten detectar al Coordinador de Mantenimiento, la eficacia de los que planeó basándose en la interrelación de cargas de trabajo. Este indicador alcanza un porcentaje aceptable para la empresa cuando se encuentra entre el rango del 65-80%, Dentro de Ellos están:

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

- **Nivel de Cumplimiento de la Planeación (%)**

$$\frac{\text{Trabajos Ejecutados}}{\text{Trabajos Programados}} \times 100$$

- **Eficiencia en la Planeación (%)**

$$\frac{\text{H.H. Reales}}{\text{H.H. Proyectadas}} \times 100$$

16.3 INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD. Con estos indicadores estamos en la posibilidad de conocer el aprovechamiento de los recursos de la empresa. Este indicador alcanza un porcentaje aceptable para la empresa cuando se encuentra entre el rango del 65-80%. Dentro de ellos están:

- **Eficiencia en el Trabajo (%)**

$$\frac{\text{H.H. Trabajadas} - \text{H.H. Retrabajadas}}{\text{H.H. Trabajadas}} \times 100$$

- **Nivel de Disponibilidad de Equipos (%)**

$$\frac{\text{Equipos Programados} - \text{Equipos con Paro}}{\text{Equipos Programados}} \times 100$$

- **Nivel de Conservación (%)**

$$\frac{\text{Trabajos de Conservación Contingente}}{\text{Trabajos de Conservación programados}} \times 100$$

16.4 INDICADORES DE COSTO. Informan sobre la relación que existe entre los costos de conservación y los diferentes costos de cualquier tipo que nos interese

ANEXO 4. MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MMP-EQU-INST
PROCESO GENERAL	ÁREA: OPERACIONES	
Contenido: Generalidades y Diagrama de proceso	VERSIÓN 01	Pág.

comparar. Este indicador alcanza un porcentaje aceptable para la empresa cuando se encuentra entre el rango del 10-90% Dentro de ellos están:

- **Nivel de Calidad de Instalaciones (%)**

$$\frac{\text{Costo de Conservación}}{\text{Valor de las Instalaciones}} \times 100$$

- **Indicadores de Reposición de equipos (%)**

$$\frac{\text{Costo de Conservación}}{\text{Costo de Reposición}} \times 100$$

- **Nivel de Costos de Conservación (%)**

$$\frac{\text{Costo de Conservación} - \text{Costo de Paro}}{\text{Costo de Conservación}} \times 100$$

- **Nivel de Costos de Conservación por H.H. (%)**

$$\frac{\text{Costo de Nómina de Conservación}}{\text{Costo Nómina de la Empresa}} \times 100$$

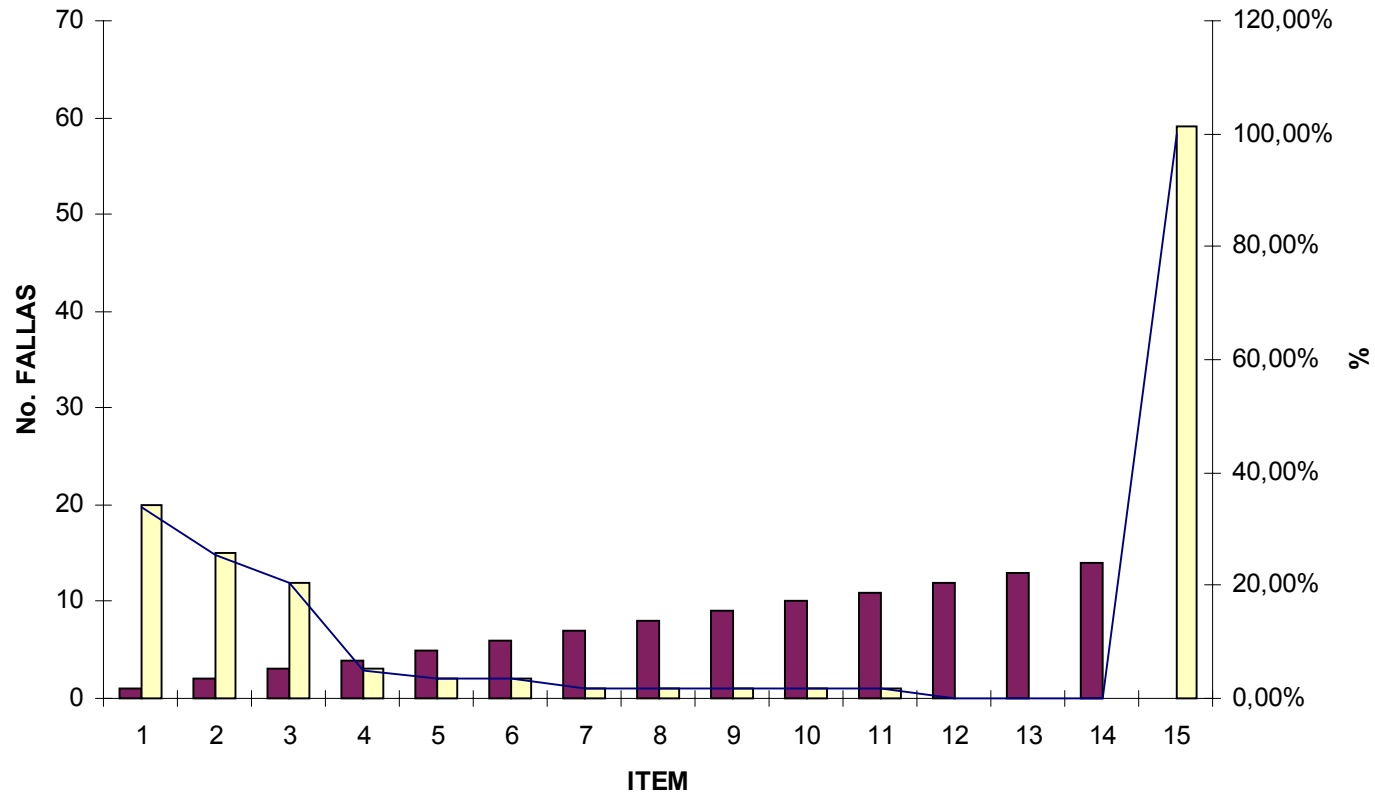
- **Cumplimiento de Presupuesto (%)**

$$\frac{\text{Costo Conservación}}{\text{Costo de nómina presupuestado de la Empresa}} \times 100$$

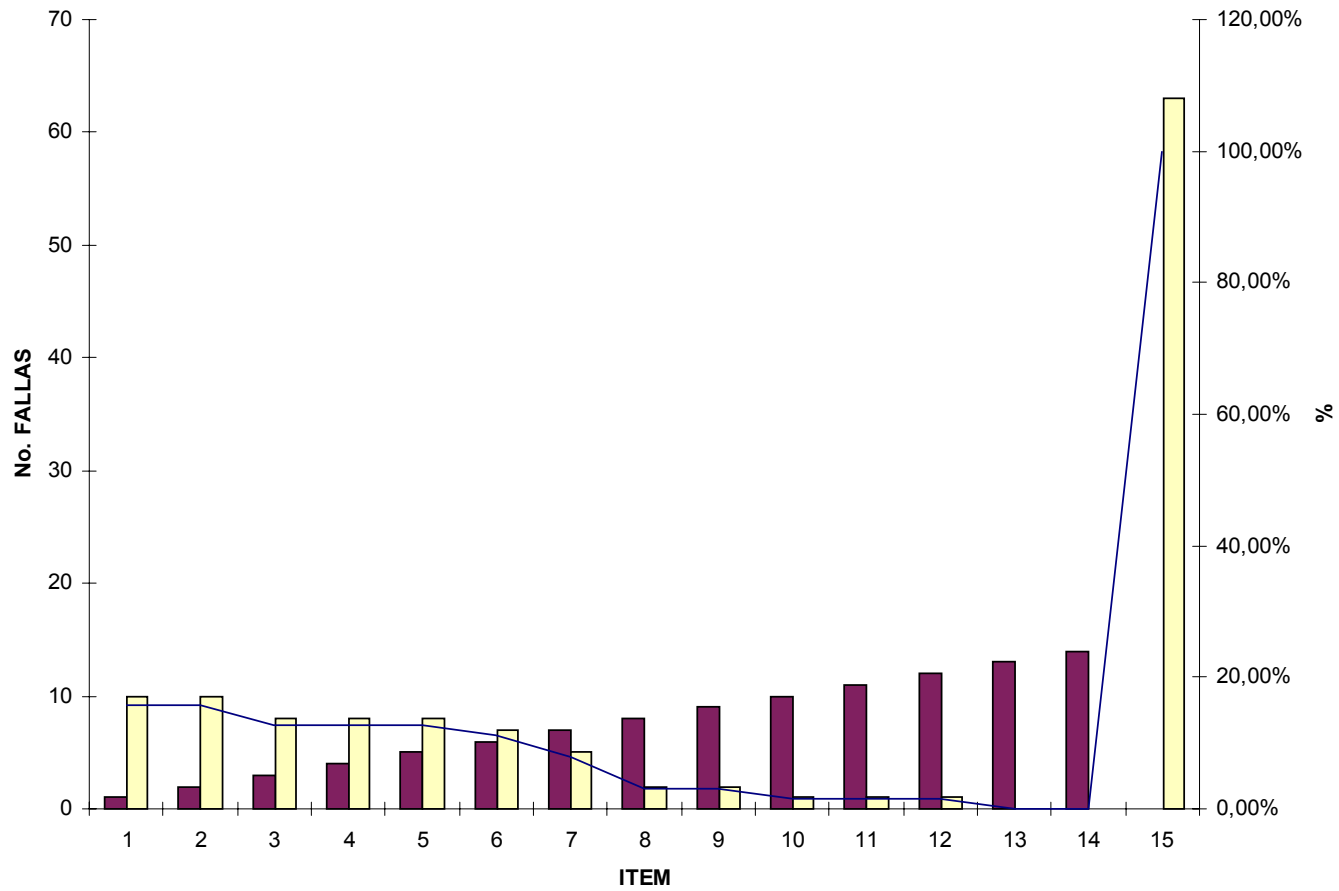
- **Impacto por Conservación (%)**

$$\frac{\text{Costo de Paro}}{\text{Costo de Producción}} \times 100$$

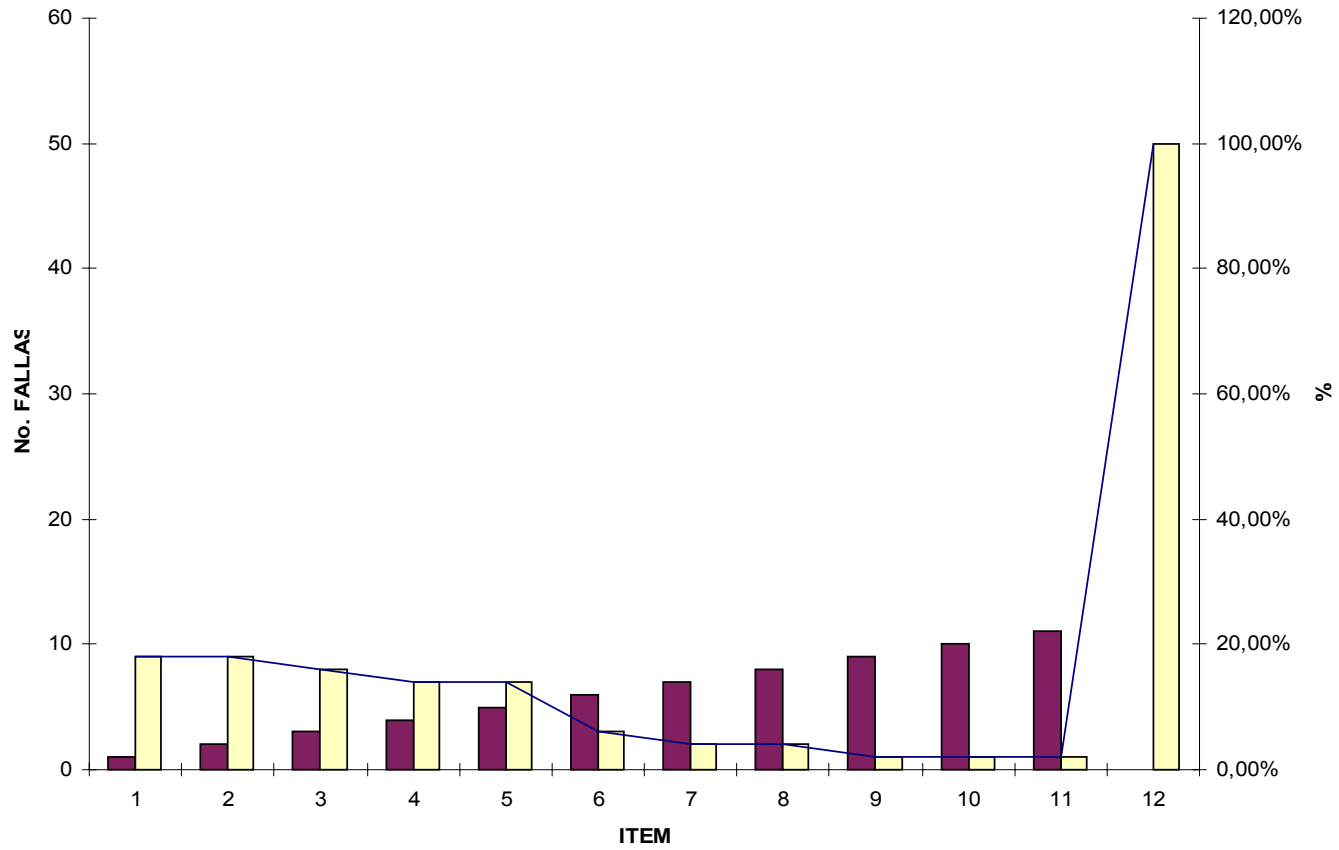
ANEXO 5. IDENTIFICACION DE CAUSAS VITALES Y TRIVIALES (RUTA I)



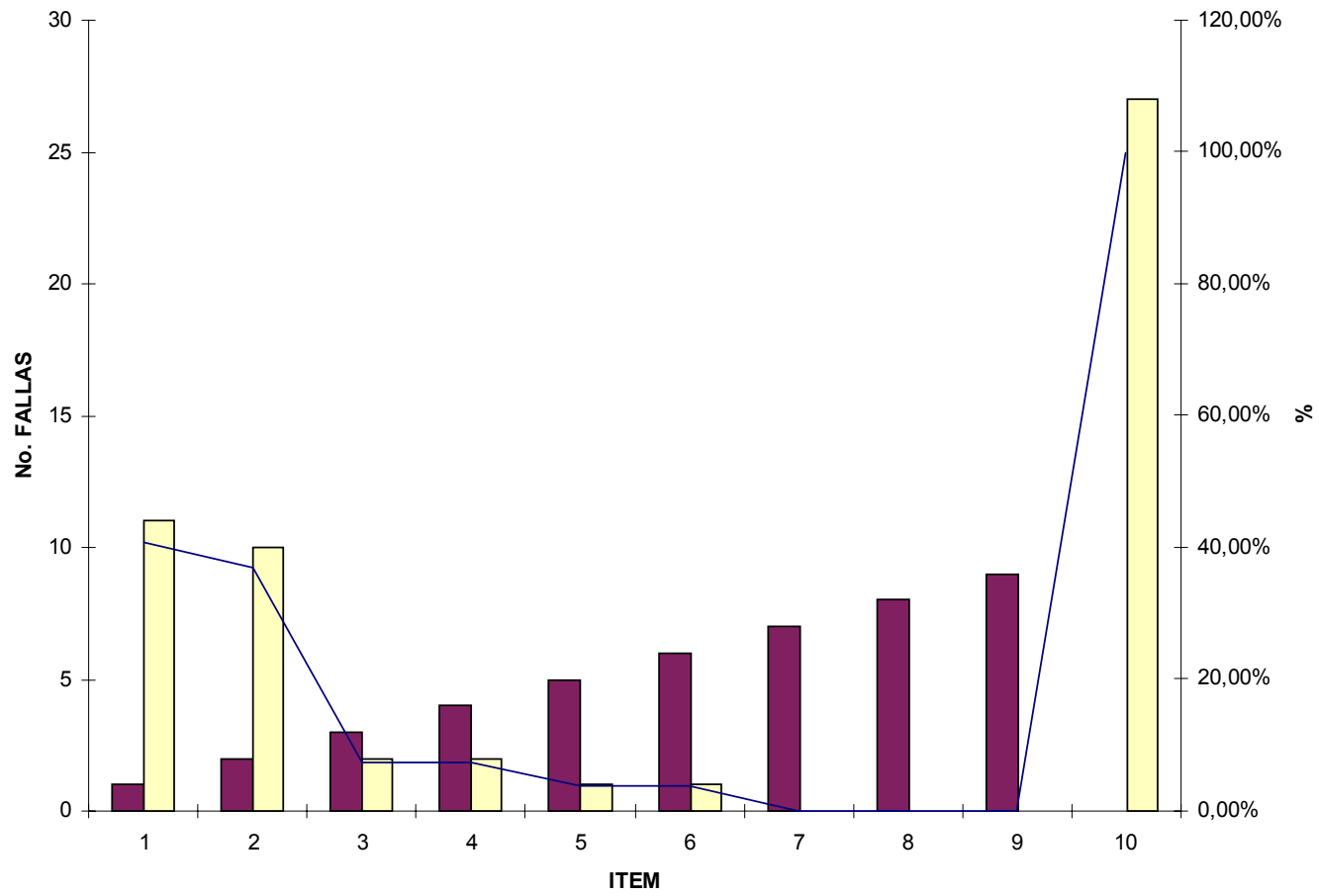
ANEXO 6. IDENTIFICACION DE CAUSAS VITALES Y TRIVIALES (RUTA II)



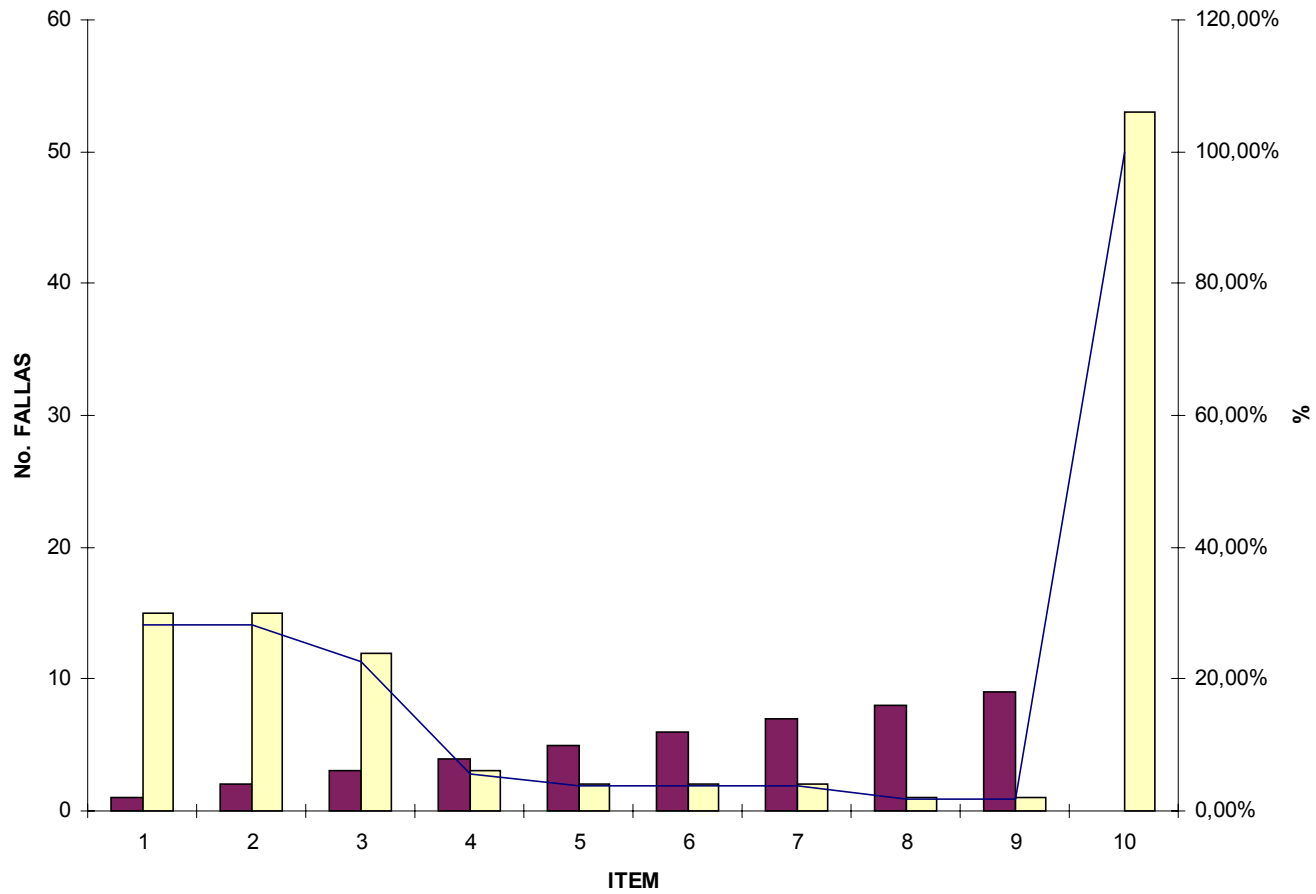
ANEXO 7. IDENTIFICACION DE CAUSAS VITALES Y TRIVIALES (RUTA III)



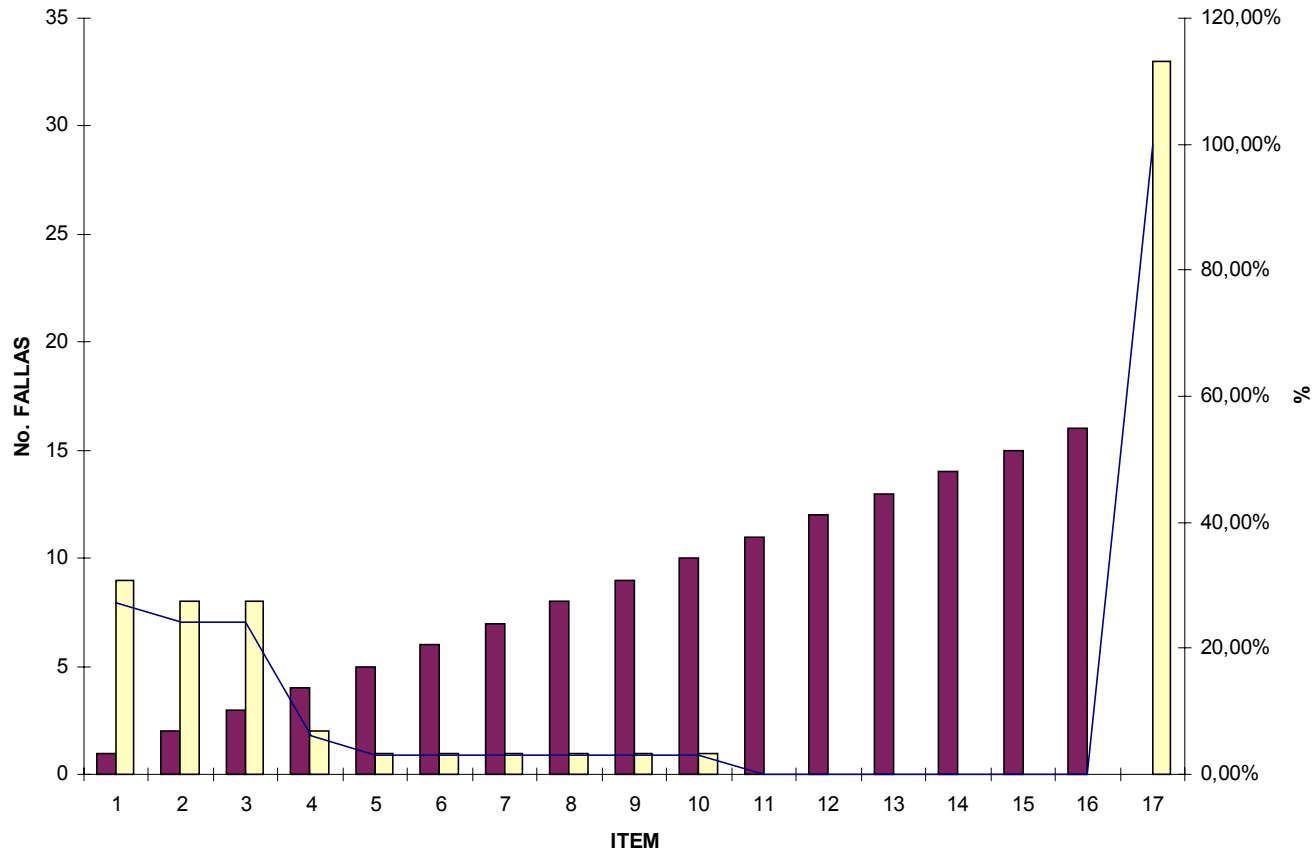
ANEXO 8. IDENTIFICACION DE CAUSAS VITALES Y TRIVIALES (RUTA IV)



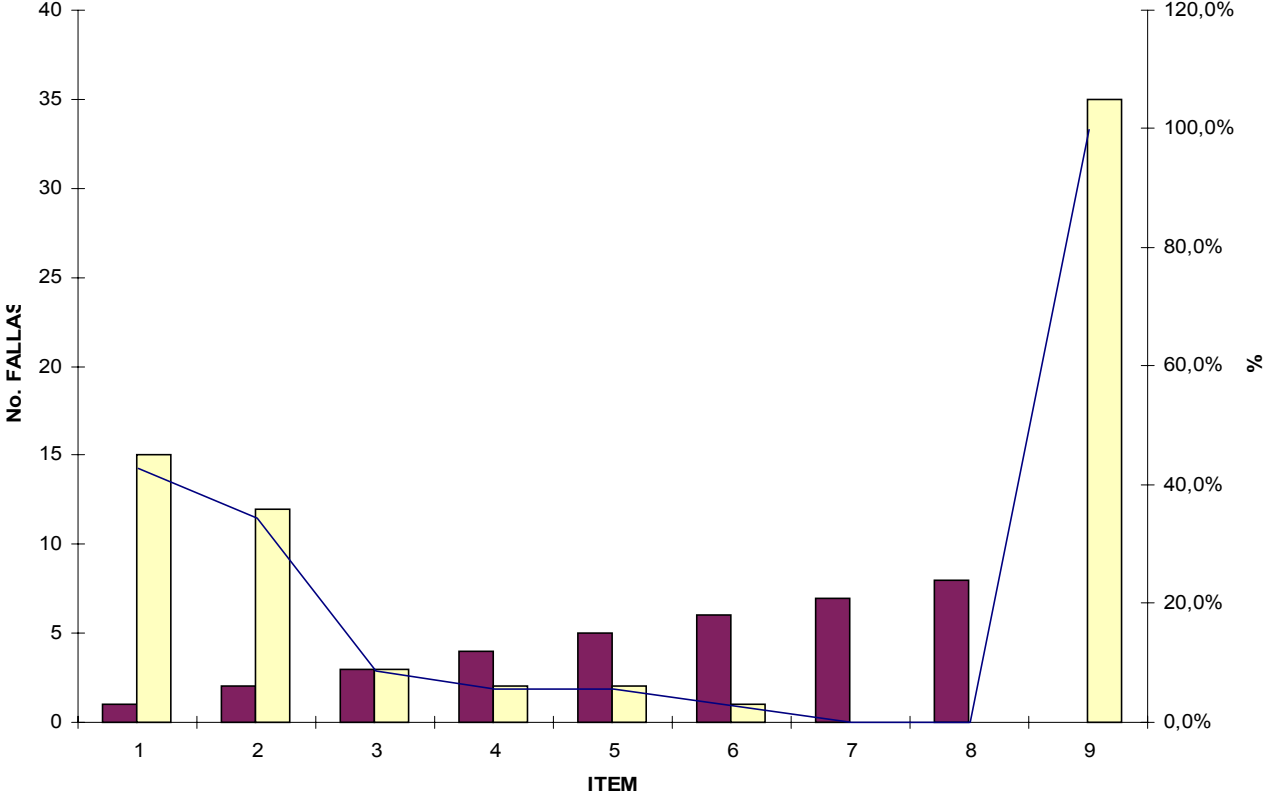
ANEXO 9. IDENTIFICACION DE CAUSAS VITALES Y TRIVIALES (RUTA V)



ANEXO 10. IDENTIFICACION DE CAUSAS VITALES Y TRIVIALES (RUTA VI)



ANEXO 11. IDENTIFICACION DE CAUSAS VITALES Y TRIVIALES (RUTA VII)



ANEXO 12. GRÁFICO NIVEL DE COSTO DE CONSERVACIÓN

