

**SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO  
PARA EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE  
BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

**FABIÁN ANDRÉS USCATEGUI ARENAS  
MANUEL ALEXANDER ARIZA CASTAÑEDA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2.005**

**SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO  
PARA EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE  
BUCARAMANGA S.A. E.S.P**

**FABIÀN ANDRÉS USCATEGUI ARENAS  
MANUEL ALEXANDER ARIZA CASTAÑEDA**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director  
JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2.005**

*Este trabajo de grado lo dedico a quienes siempre me apoyaron:  
A mi madre, por el constante apoyo en las decisiones que he tomado,  
por mostrarme el camino de la rectitud y por ser quien es,  
"Mi ejemplo de vida",  
A mi padre, por enseñarme,  
A Claudia y Angie, por ser la razón de mi existir,  
A mis familiares y amigos, por su apoyo incondicional,  
Y sobre todo A DIOS, por ponerme aquí.*

**FABIAN**

*Este trabajo de grado lo dedico:*

*A Dios, por darme la fuerza,*

*A mi padre Manuel por creer en mí hasta el último momento,*

*A mi madre Luz por sus enseñanzas y apoyo incondicional,*

*A mis hermanos Iván y Libia por la confianza entregada,*

*A Marina y Jefftrey, por toda la paciencia, amor y motivación  
para recorrer este largo camino,*

*Y a todos mis familiares y amigos por permitirme formar parte  
de sus vidas.*

**ALEX**

## AGRADECIMIENTOS

Damos agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra forma apoyaron la realización del presente trabajo de grado.

Al Doctor William Ibáñez, Gerente de operaciones del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., por brindarnos la oportunidad de realizar la práctica en esta empresa.

A Jorge Enrique Meneses Florez, Ingeniero Mecánico, Director del proyecto, por orientarnos en el camino a la formación profesional.

A Jolman Lozano Pico, Ingeniero Mecánico, Coordinador de Mantenimiento Mecánico Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. y Codirector del proyecto, por brindarnos su colaboración y sus aportes técnicos de su experiencia.

A Fernando Meneses Florez, Mecánico de Mantenimiento, por la confianza ofrecida y por la constante colaboración en el desarrollo del proyecto.

A nuestros padres y familiares.

A todos nuestros amigos.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
<b>1. LINEAMIENTOS DEL PROYECTO EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.</b>	<b>3</b>
1.1 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	3
1.1.1 Objetivos Generales	3
1.1.2 Objetivos Específicos	4
<b>2. ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A.</b>	<b>5</b>
2.1 HISTORIA DE LA EMPRESA	5
2.2 MISIÓN	8
2.3 VISIÓN	8
2.4 POLITICA DE CALIDAD	9
2.5 VALORES	9
2.6 ESTRUCTURA ORGANICA	9
2.7 LINEA DE PRODUCCION	11
2.8 LOCALIZACIÓN E INFRAESTRUCTURA	12
2.8.1 Planta Bosconia	13
2.8.2 Planta La Flora	14
2.8.3 Planta Morrórico	15
2.8.4 Planta Floridablanca	16
2.8.5 Parque del Agua	16

<b>3.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE</b>	<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>DESCRIPCION DEL SISTEMA RIO SURATA PLANTA BOSCONIA</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>CAPTACION DEL RIO SURATA</b>	<b>21</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Estructuras de Captación</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Conducción Captación - Desarenadores</b>	<b>24</b>
<b>3.3</b>	<b>INSTALACIONES DE PRETRATAMIENTO</b>	<b>25</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Estructuras de Llegada a los desarenadores</b>	<b>25</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Desarenadores</b>	<b>27</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Presedimentadores</b>	<b>30</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Conducción Presedimentadores - Planta</b>	<b>32</b>
<b>3.4</b>	<b>PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA</b>	<b>32</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Estructuras de Llegada a la Planta</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Floculadores</b>	<b>34</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Sedimentadores</b>	<b>37</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Filtros Rápidos</b>	<b>41</b>
<b>3.4.5</b>	<b>Tanque de almacenamiento de Agua Tratada</b>	<b>45</b>
<b>3.5</b>	<b>ESTACIÓN DE BOMBEO</b>	<b>46</b>
<b>4.</b>	<b>METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN EL AMB S.A. E.S.P.</b>	<b>49</b>
<b>5.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE LA FUNCIÓN DEL MANTENIMIENTO EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.</b>	<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>	<b>53</b>
<b>5.1.1</b>	<b>Posición y objetivos del AMB S.A. respecto al mantenimiento</b>	<b>53</b>
<b>5.1.2</b>	<b>Interrelación con otras áreas</b>	<b>54</b>

5.1.3	Divisiones del mantenimiento dentro de la empresa	55
5.1.4	Estructura organizacional de las coordinaciones de Mantenimiento Mecánico y Mantenimiento Eléctrico	56
5.2	ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	59
5.3	PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO	60
5.4	APOYO INFORMÁTICO	61
5.5	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	62
5.6	COSTOS DE MANTENIMIENTO	63
5.7	ÁREA FÍSICA PARA MANTENIMIENTO	64
5.8	SERVICIOS DE MANTENIMIENTO EXTERNO	64
5.9	PERSONAL DE MANTENIMIENTO	64
5.10	DIAGNÓSTICO DE CONDICIÓN DE EQUIPOS Y CARGA DE TRABAJO	65
5.11	ALMACÉN Y GESTIÓN DE REPUESTOS	66
5.12	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL PROPUESTA PARA LA COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO	67
6.	<b>CODIFICACIÓN Y CRITICIDAD DE EQUIPOS</b>	70
6.1	CODIFICACIÓN DE EQUIPOS	70
6.2	CRITICIDAD DE EQUIPOS	73
6.2.1	Criterio de la producción	74
6.2.2	Criterio de la calidad	75
6.2.3	Criterio del mantenimiento	76
7.	<b>DOCUMENTACIÓN BÁSICA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>	78
7.1	DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN	78

7.1.1	Ficha técnica de equipos	79
7.1.2	Inspección de equipos	80
7.1.3	Lubricación de equipos	81
7.1.4	Solicitud de servicios	82
7.1.5	Orden de trabajo	83
7.1.6	Tarjeta de costos	84
7.1.7	Historia de mantenimiento por equipos	85
7.2	ANÁLISIS Y UTILIDAD DE LA INFORMACIÓN PROCESADA DE MANTENIMIENTO	86
8.	<b>POLÍTICA Y FUNCIONES DE LA COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO DEL AMB S.A. E.S.P.</b>	88
8.1	POLÍTICA	88
8.1.1	Misión	89
8.1.2	Visión	89
8.1.3	Objetivos	89
8.2	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN EL AMB S.A. E.S.P.	90
8.2.1	Gerente de Operaciones	90
8.2.2	Coordinador de Mantenimiento	91
8.2.3	Mecánico de Mantenimiento	91
8.2.4	Auxiliar de Mantenimiento	91
9.	<b>INDICADORES DE GESTIÓN</b>	93
9.1	INDICES PARA LA GESTIÓN OPERATIVA DEL MANTENIMIENTO	93
9.1.1	Confiabilidad	94

<b>9.1.2</b>	<b>Mantenibilidad</b>	<b>94</b>
<b>9.1.3</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>95</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>97</b>
<b>11.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>99</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>101</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>103</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Chorreras de Don Juan	5
Figura 2. Logo actual	8
Figura 3. Organigrama	10
Figura 4. Línea de Producción	11
Figura 5. Edificio Comercial	13
Figura 6. Planta Bosconia	13
Figura 7. Planta La Flora	14
Figura 8. Planta Morrórico	15
Figura 9. Planta Floridablanca	16
Figura 10. Parque del Agua	17
Figura 11. Distribución Parque del Agua	19
Figura 12. Estructuras de Captación	22
Figura 13. Estructuras de Admisión	26
Figura 14. Desarenadores y Presedimentadores	28
Figura 15. Estructuras de Llegada	36
Figura 16. Sedimentadores	40
Figura 17. Organización del Mantenimiento en el A.M.B. S.A. E.S.P.	56
Figura 18. Estructura Organizacional de Mantenimiento Mecánico	57
Figura 19. Estructura Organizacional de Mantenimiento Eléctrico	58
Figura 20. Estructura Organizacional Propuesta para la Coordinación de Mantenimiento Mecánico	68
Figura 21. Estructura Organizacional Propuesta para la Coordinación de Mantenimiento Eléctrico	69

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Centros de costo para el Mantenimiento	63
Tabla 2. Secciones de Mantenimiento	71
Tabla 3. Secciones de las Plantas de Tratamiento	71
Tabla 4. Tipos de equipos	72
Tabla 5. Tasa de utilización del equipo	74
Tabla 6. Existencia de un equipo auxiliar para sustituir el equipo averiado	75
Tabla 7. Repercusión del equipo en la cadena productiva	75
Tabla 8. Perdidas en la producción	75
Tabla 9. Repercusión del equipo en la seguridad y el medio ambiente	75
Tabla 10. Repercusión del equipo en la calidad del producto	75
Tabla 11. Tasa de marcha (funcionamiento)	76
Tabla 12. Grado de complejidad tecnológica del equipo	76
Tabla 13. Cálculo del índice de criticidad	76
Tabla 14. Documentación para el Programa de Mantenimiento	79

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Codificación de equipos	103
Anexo B. Índice de criticidad de equipos	106
Anexo C. Ficha técnica de equipos	109
Anexo D. Formato de solicitud de servicios	110
Anexo E. Formato de orden de trabajo	111
Anexo F. Formato de historia de mantenimiento	112
Anexo G. Formato de tarjeta de costos	113
Anexo H. Instructivo de mantenimiento	114
Anexo I. Formato de inspección de equipos	125
Anexo J. Formato de lubricación de equipos	126
Anexo K. Programación anual de mantenimiento	127
Anexo L. Conceptos de Lubricación de Equipos	135
Anexo M. Marco teórico de Mantenimiento	138
Anexo N. Control de Calidad	149

## GLOSARIO

**CRITICIDAD:** se define como la incidencia que tiene cada equipo o maquina dentro de la operación de la empresa.

**DISPONIBILIDAD:** fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio.

**EFICACIA:** fracción de tiempo en que el uso de un equipo resulta efectivo para la producción.

**INSUMOS:** son todos aquellos elementos diferentes a las materias primas, que son necesarios para hacer un alimento.

**CONFIABILIDAD:** Es la probabilidad de que el equipo esté funcionando en el momento t.

**FLEXÓMETRO:** Instrumento de medida subdividido en centímetros, comúnmente conocido como metro.

**EQUIPO:** Elemento de la estructura productiva con características operativas propias, que amerita la asignación de planes de trabajo independientes.

**COMPONENTE:** Elemento que cumple una función técnica específica y es indispensable para el funcionamiento del equipo.

**VIDA ÚTIL:** Lapso de tiempo en el cual se puede esperar que el elemento se comporte eficientemente exento de fallas imprevistas.

**CANALETA PARSHALL:** Sección del canal de conducción de agua, diseñada específicamente para medir el caudal de fluido que entra en la planta de tratamiento.

**FLOC`S:** Partículas de lodo aglomerado, producto del proceso de floculación.

**AMB:** Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

**ALUMBRE:** (Sulfato de Aluminio) Químico utilizado en el proceso de floculación.

## RESUMEN

### TÍTULO:

**SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.\***

### AUTORES:

Fabián Andrés Uscátegui Arenas.  
Manuel Alexander Ariza Castañeda. \*\*

### PALABRAS CLAVES:

Gestión de Mantenimiento, Programa de Mantenimiento para equipos de una planta de tratamiento y bombeo de agua, Criticidad de equipos.

### DESCRIPCIÓN:

Este proyecto en modalidad de práctica empresarial tuvo por objeto la elaboración de un sistema para administrar las actividades del mantenimiento de los equipos de las plantas de tratamiento en el Acueducto de Bucaramanga, en primer lugar se realizó un diagnóstico, observando como se efectuaban las labores de mantenimiento, la estructura organizacional de éste y verificando la cantidad y estado de equipos en las Plantas; seguidamente se procedió a elaborar los formatos de información que permiten ejecutar y controlar las actividades del mantenimiento.

Luego de realizar el estudio de los equipos y con base en las recomendaciones hechas en los manuales de los fabricantes, la documentación técnica y la experiencia recogida por parte del personal de mantenimiento, se determinaron las labores oportunas de mantenimiento que permiten evitar estados inadecuados en los equipos, y se integraron dentro del programa de mantenimiento elaborado en ésta práctica.

El desarrollo de esta práctica generó un registro detallado de actividades, materiales, repuestos, tiempo empleado y costos asumidos en la ejecución de las tareas de mantenimiento, con el fin de incorporar las labores de mantenimiento dentro de la estructura global de la empresa y además tomar medidas oportunas para un mejor funcionamiento del mismo.

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Jorge Enrique Meneses Florez.

## SUMMARY

### TITLE:

**SYSTEM OF ADMINISTRATION OF MAINTENANCE FOR THE METROPOLITAN AQUEDUCT OF BUCARAMANGA CORP. E.S.P. \***

### AUTHORS:

Fabián Andrés Uscátegui Arenas.  
Manuel Alexander Ariza Castañeda. \*\*

### KEY WORDS:

Administration of Maintenance, Program of Maintenance for equipment of a treatment plant and pumping of water, Critical equipment.

### DESCRIPTION:

This project in modality of industrial practice had for object the elaboration of a system to administer the activities of the maintenance of the equipment of the treatment plants in the Aqueduct of Bucaramanga, in the first place we did a diagnosis, observing like the maintenance works were made, the organizational structure of this and verifying the quantity and state of equipment in the Plants; subsequently we proceeded to elaborate the formats of information that allow to execute and to control the activities of the maintenance.

After carrying out the study of the equipment and with base in the recommendations made in the manuals of the makers, the technical documentation and the experience picked up on the part of the maintenance personnel, the opportune works of maintenance were determined that they allow to avoid inadequate states in the machines, and they were integrated inside the maintenance program elaborated in this practice.

The development of this practice generated a detailed registration of activities, materials, reserves, used time and costs assumed in the execution of the maintenance tasks, with the purpose of incorporating the maintenance works inside the global structure of the company and also to take opportune measures for a better operation of the same one.

---

\* Degree Work

\*\* Physical-Mechanical Sciences Faculty, Mechanical Engineering, Eng. Jorge Enrique Meneses Florez

## INTRODUCCIÓN

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga es una empresa Santandereana prestadora de servicios, encargada de la producción y distribución de agua potable a los habitantes y organizaciones industriales del área metropolitana de Bucaramanga, lleva más de 80 años en operación, tiempo en el cual ha desarrollado diversos proyectos de carácter tecnológico con el fin de lograr un mejoramiento continuo en el proceso y en la calidad del agua tratada. La tendencia en el mejoramiento del proceso está centrada en la búsqueda de la certificación de la calidad por la norma ISO 9001. Esta norma incluye un requisito de “proporcionar a los equipos un Mantenimiento adecuado para garantizar la capacidad continua del proceso”.

El presente proyecto en modalidad de practica empresarial tuvo como objeto la planificación de los procesos referidos al mantenimiento de los equipos de las Plantas de tratamiento cuya función es garantizar que el agua sea apta para el consumo humano, cumpliendo con los niveles de potabilidad impuestos por el gobierno, y además, garantizando que el producto este siempre a disposición de los consumidores. Para cumplir con este propósito se diseñó el Sistema de Gestión de Mantenimiento que permite administrar y controlar las actividades del mantenimiento y de esta forma garantizar una alta disponibilidad de los equipos, una producción con mejores índices de calidad y a su vez asegurar la inversión económica realizada por la empresa.

Para tal fin, se realizó en primer lugar un diagnóstico, observando como se realizaban las labores de mantenimiento, las funciones de los encargados de

dicho mantenimiento, la estructura organizacional de éste y verificando la cantidad y estado de equipos en las Plantas; seguidamente se procedió a elaborar los formatos de información que permiten ejecutar y controlar las actividades programadas del mantenimiento.

Luego de realizar el estudio de los sistemas que componen los equipos y con base en las recomendaciones hechas en los manuales de los fabricantes, la documentación técnica y la experiencia recogida por parte del personal de mantenimiento, se determinaron las labores oportunas de mantenimiento que permiten evitar estados inadecuados en los equipos, y se integraron dentro del programa de mantenimiento elaborado en ésta práctica.

El desarrollo de esta práctica generó un registro detallado de actividades, materiales, repuestos, tiempo empleado y costos asumidos en la ejecución de las tareas de mantenimiento, con el fin de integrar las labores de mantenimiento dentro de la estructura global de la empresa y además tomar medidas oportunas para un mejor funcionamiento del mismo.

Para alcanzar el perfecto desempeño del Sistema de Gestión de Mantenimiento, implementado en este proyecto, se requiere de un gran compromiso de los empleados del área de mantenimiento y de la colaboración constante de las demás dependencias de la empresa, para lograr alcanzar óptimas condiciones de funcionamiento de los equipos y altos niveles de gestión acordes a la filosofía de calidad de la empresa.

## **1. LINEAMIENTOS DEL PROYECTO EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

El presente documento es el resultado del trabajo realizado en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. en la modalidad de práctica empresarial, el cual se denomina: *SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.*

### **1.1 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO**

#### **1.1.1 Objetivos Generales**

- ❖ Fomentar los vínculos UNIVERSIDAD - EMPRESA, a través de la generación de proyectos de grado en la modalidad de práctica empresarial, como un convenio de mutuo beneficio que permite al estudiante interactuar con el sector industrial para la resolución de un problema específico.
- ❖ Aportar soluciones desde el campo del conocimiento técnico y científico a las necesidades del sector industrial, en aras a contribuir con el desarrollo tecnológico de la región cumpliendo con parte de la misión de la Universidad Industrial de Santander.
- ❖ Colaborar con el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. en la optimización de sus procesos Administrativos y Productivos, mejorando

así los índices de calidad de sus productos y servicios, siendo necesario para esto el desarrollo de la Gestión de Mantenimiento, que será pieza clave para el incremento del rendimiento y la disponibilidad de sus equipos, haciendo que su actividad sea más rentable y productiva.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

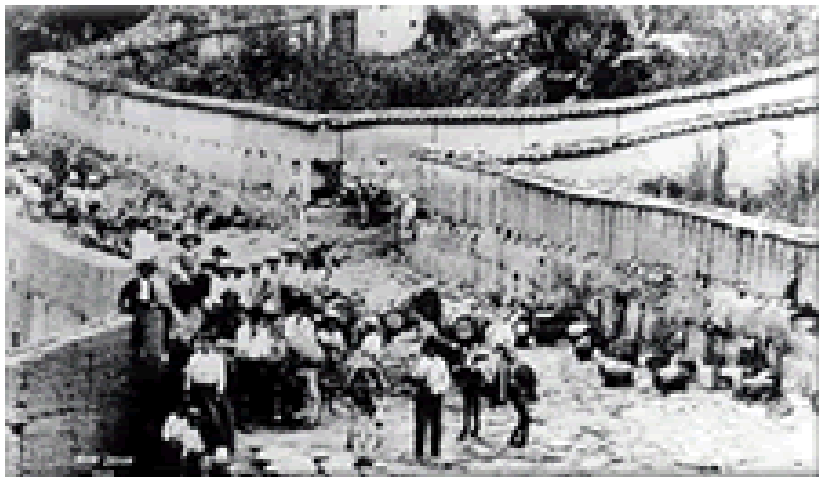
- ❖ Elaborar un Diagnóstico de la función del Mantenimiento en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.
  
- ❖ Implementar en forma manual el Sistema de Información de Mantenimiento consistente en el inventario y codificación de la maquinaria y equipos, diseño y diligenciamiento de las fichas técnicas, Análisis de criticidad y la elaboración de los formatos que permitan ejecutar y controlar las actividades programadas del Mantenimiento para la maquinaria de las Plantas de Tratamiento tales como Bosconia, La Flora, Floridablanca y Morrórico.
  
- ❖ Plantear una estructura organizacional del Mantenimiento definiendo los procedimientos y funciones de cada integrante, con el fin de lograr el mejor desempeño en las actividades del Mantenimiento y así mejorar la eficiencia del proceso.

## **2. ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

### **2.1 HISTORIA DE LA EMPRESA**

Desde sus inicios el AMB despierta interés y simpatía a través de las leyendas y crónicas que tejen nuestros abuelos y antepasados al relatar que alrededor de las primeras formas para el suministro del agua como lo fueron las pilas, pocetas públicas y el acueducto de las "Tres Bes" (Bobo, Barril y Burro) se hilaron grandes historias de amor y poder; porque para el aprovisionamiento del vital líquido para el consumo humano era necesario llegar a altas horas de la noche o en la madrugada con canecas, barriles, baldes o cualquier otro recipiente a sitios como Las Chorreras de Don Juan, Los Aposentos, La Payacuá, La Guacamaya, La Rosita, Envigado y Los Escalones y para el aseo personal y lavado de ropa se frecuentaban lugares como Las Piñatas, La Filadelfia, Quinta Cadena y La Mejor.

**Figura 1. Chorreras de Don Juan**



Sin lugar a dudas los archivos de memorias y comentarios enmarcan hasta el año 1916 a Las Chorreras de Don Juan como el más importante sistema de Acueducto que tuvo Bucaramanga, donde el precio del agua variaba por las distancias, horas y cantidad, lo que no le permitía inicialmente a las personas de escasos recursos acceder a la posibilidad de contar con el preciado liquido indispensable para la subsistencia, y lo más grave aun que la Ciudad se veía estancada tanto en su desarrollo urbanístico como en la actividad empresarial por el incomodo e insuficiente sistema de abastecimiento de acueducto.

Luego de ingentes esfuerzos y peticiones ante autoridades departamentales y municipales, se le atribuye al Párroco de la Sagrada Familia Monseñor José de Jesús Trillos, haber promovido desde el año 1914 entre comerciantes, grandes personalidades y la clase dirigente de la ciudad, la constitución de la Compañía Anónima del Acueducto de Bucaramanga, que finalmente se da el 29 de Abril de 1916 y cuyo objeto social sería la construcción y explotación de un acueducto que suministrara agua a Bucaramanga, para un periodo de 50 años.

En Asamblea General se escogió a Víctor Manuel Ogliastri como primer Gerente del Acueducto para el período 1916 - 1919, quien por su experiencia en proyectos de altas exigencias técnicas y financieras, era el apropiado para emprender la tarea de transportar agua potable, desde la Quebrada El Hoyo y por medio de un canal, hasta la entrada de la Ciudad en donde hoy se encuentran las instalaciones de la Planta de Morrórico.

Las Quebradas: El Roble, El Brasil, El Puerto, El Volante, Los Hoyos, Campohermoso y Las Ranas, fueron las primeras fuentes que abastecieron los

tanques del acueducto y a medida que se incrementaba la demanda se amplió la captación de las Quebradas Golondrinas, Arnania y el Río Tona.

Entre 1925 y 1930 se inicio el proceso de recaudo domiciliario, se instalaron los primeros medidores y se le suministraba agua a 200 viviendas con un consumo promedio de 450 litros por segundo y a partir del 16 de Mayo de 1931 la empresa se denomino Compañía del Acueducto de Bucaramanga.

Inicialmente el agua que se distribuyó en la ciudad no necesitó tratamiento alguno para el consumo humano, solo hasta 1940 se inició el tratamiento parcial del agua y en 1954 se implementó el proceso de tratamiento para obtener un agua de optima calidad. Ante la necesidad de compensar la cobertura y calidad del servicio; la ampliación del canal de conducción, la planta de tratamiento, las redes de distribución y las tuberías matrices se hicieron simultáneamente con el crecimiento de la ciudad. En 1961 se inicio la construcción de la Planta La Flora.

En el año 1980 se iniciaron las actividades del Proyecto Río Suratá que consistió en la construcción de la Planta de Tratamiento de Bosconia que mediante el sistema de bombeo llevaba aguas tratadas del Río Suratá a la meseta de Bucaramanga, para lo cual, el Acueducto recibió la asesoría de técnicos del Brasil.

Todo el sistema actual garantiza el abastecimiento del Agua demandada en el Área Metropolitana de Bucaramanga hasta el año 2025, para lo cual el Acueducto cuenta con dos conducciones en canal, primero captando a filo de agua los Ríos Tona y Frío mediante la utilización de las Plantas de La Flora,

Morrerico y Floridablanca, y segundo con un sistema de bombeo del Río Suratá que suministra a la Planta de Bosconia.

**Figura 2. Logo actual**



## **2.2 MISIÓN**

Somos una empresa de servicios públicos domiciliarios que satisface las necesidades de nuestros clientes con productos y servicios de calidad, generando rendimientos económicos suficientes para asegurar su crecimiento y contribuir al desarrollo y bienestar de la comunidad.

## **2.3 VISIÓN**

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga como empresa de carácter mixto será una organización líder a nivel nacional en la prestación de servicios públicos domiciliarios, comprometida con el desarrollo socioeconómico de su entorno, logrando el reconocimiento de la comunidad y generando valor para sus accionistas.

## **2.4 POLITICA DE CALIDAD**

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. al reconocer la gran responsabilidad social y empresarial que tiene como organización LÍDER en la prestación de servicios públicos domiciliarios y bajo el compromiso de mejoramiento continuo, ofrece productos y servicios de CALIDAD, mediante una efectiva Gestión Integral, cumpliendo la legislación y la normatividad.

La satisfacción de nuestros clientes se garantiza con personal comprometido y capacitado, tecnología apropiada, control efectivo de los procesos, relaciones de mutuo beneficio con los proveedores y el desarrollo de un Sistema para la Gestión Humana, Técnica, Administrativa, Financiera y Comercial.

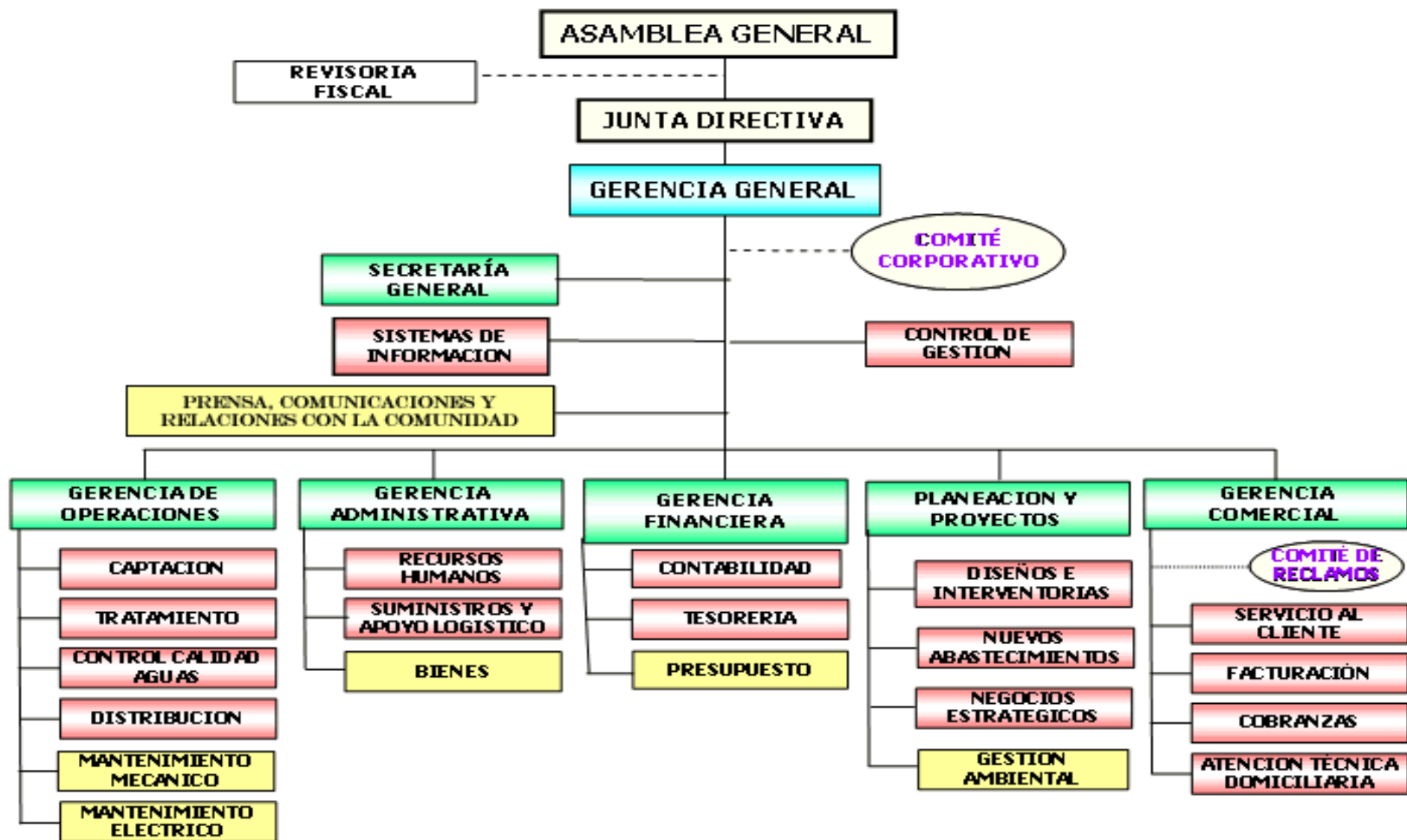
## **2.5 VALORES**

- ❖ Calidad.
- ❖ Honestidad.
- ❖ Disciplina.
- ❖ Cumplimiento.
- ❖ Eficiencia.
- ❖ Compromiso Ambiental.
- ❖ Responsabilidad Social.

## **2.6 ESTRUCTURA ORGÁNICA**

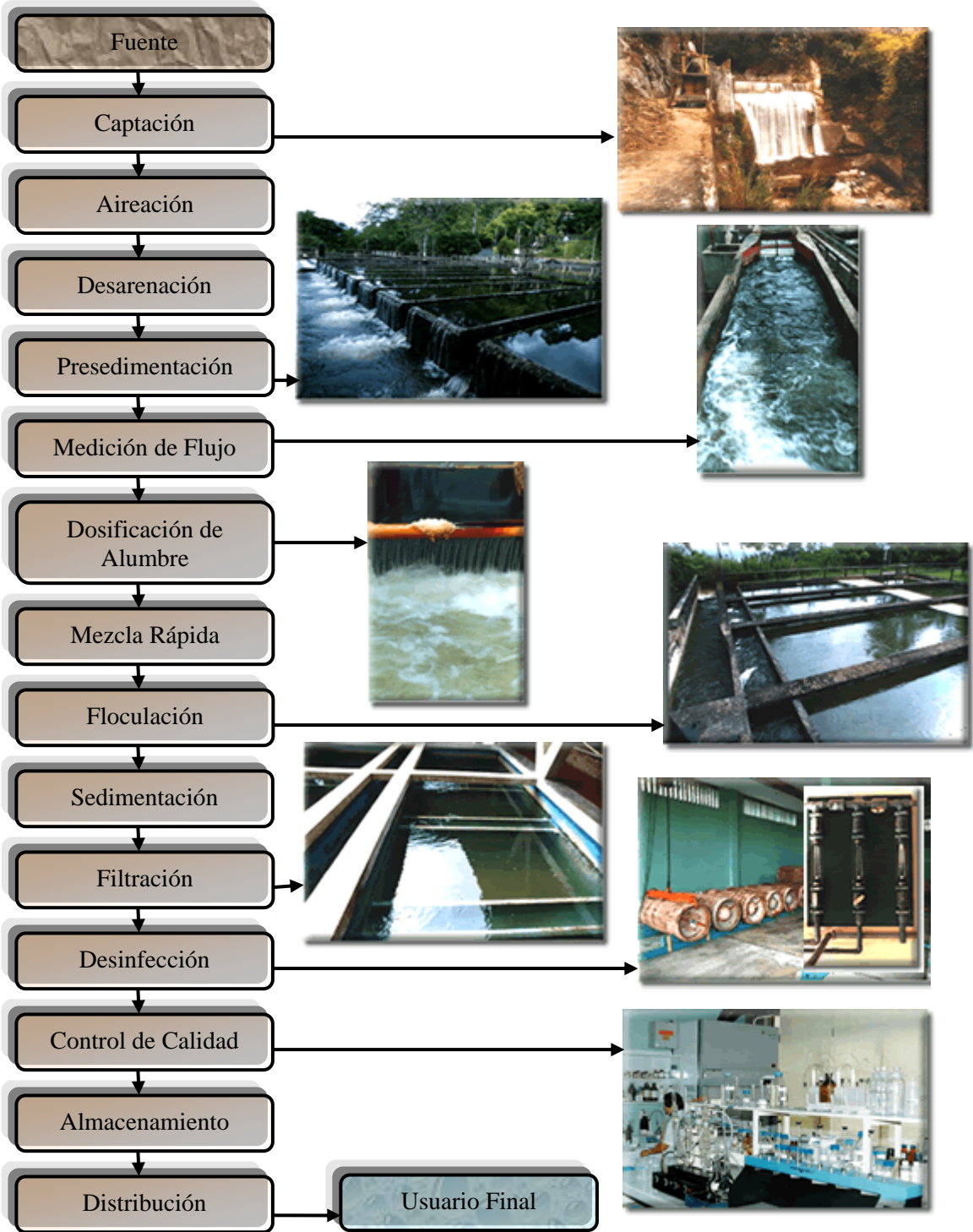
La estructura organizacional del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P se puede apreciar en el siguiente cuadro, en ella se muestra un bosquejo general de toda la empresa.

Figura 3. Organigrama



## 2.7 LINEA DE PRODUCCION

Figura 4. Línea de Producción



## 2.8 LOCALIZACIÓN E INFRAESTRUCTURA

Es prioridad de la Gerencia General brindarle a los suscriptores y usuarios, así como al personal de empleados y trabajadores unas modernas instalaciones dignas y acordes a las políticas de calidad, eficiencia y eficacia del servicio que presta el Acueducto a la comunidad de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

En el Edificio Comercial de la diagonal 32 N° 30 A 51 Parque del Agua en Bucaramanga - Santander - Colombia, se encuentra funcionando todo lo relacionado con Servicio al Cliente: peticiones, quejas y reclamos, registro y control de suscriptores, solicitud de matriculas; Facturación: lecturas, liquidación, impresión y reparto; Cobranzas: recaudo y cartera y la Atención Técnica Domiciliaria: medidores, suspensiones y reconexiones y revisiones. Para la Comunidad que visite este moderno edificio podrá encontrar una mejor atención personalizada al cliente, con el propósito de responder de manera rápida y oportuna las solicitudes y requerimientos del Usuario, además de ofrecer mayor seguridad para confianza y tranquilidad de nuestros suscriptores así como amplias zonas de parqueadero. Acorde a los requerimientos y exigencias de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.

Por su parte el Edificio Principal ubicado sobre el Tanque Principal de Almacenamiento de Morro, cuenta con un Área total de 3.030 metros cuadrados, donde se encuentran las Oficinas de la Gerencia General, Secretaria General, Gerencias Administrativa y Financiera, Proyectos, Operaciones y cuenta además con un amplio y moderno Auditorio.

**Figura 5. Edificio Comercial**



### **2.8.1 Planta Bosconia**

Esta planta de tratamiento hace parte del proyecto Suratá, cuyos estudios fueron hechos en el año de 1980, y el cual se realizó con el objeto de ampliar el suministro al Área Metropolitana de Bucaramanga, el cual comprendió la construcción de: la captación del río Suratá, las obras de Pretratamiento: tanques desarenadores y presedimentadores, la planta de tratamiento de Bosconia, estación de Bombeo de agua tratada, subestación eléctrica, línea de impulsión y el sistema de redes y Tanques para la distribución del agua a la ciudad.

**Figura 6. Planta Bosconia**



El proyecto río Suratá inició operaciones en agosto de 1984 aumentando en 2000 l/s la capacidad de producción mínima confiable del sistema completando una capacidad total de producción de 3840 l/s, que servirán para atender la población del Área Metropolitana.

La planta de Bosconia está localizada en la vía que conduce de Bucaramanga, al municipio de Matanza, al Nororiente de la ciudad. La planta tiene una capacidad de 2000 l/s, y es del tipo convencional con tanques desarenadores, presedimentadores, mezcla rápida, floculación mecánica, sedimentación y filtración.

### **2.8.2 Planta La Flora (Río Tona)**

La Planta la Flora está localizada en la parte alta Oriental de Bucaramanga en la zona de Morrórico, sobre la margen izquierda de la carretera que conduce a Pamplona, a la altura del kilómetro dos.

**Figura 7. Planta La Flora**



La planta la Flora está destinada a tratar aguas provenientes de las fuentes de la hoya del río Tona, para abastecer las redes Norte, Oriente y Sur del sistema de distribución. Funciona conjuntamente con las plantas "Morrórico" (Sistema Río Tona), "Florida" (Sistema Río Frío) y "Bosconia" (Sistema Río Suratá), constituyendo entre todas el sistema de tratamiento del área del triángulo Bucaramanga, Floridablanca, y Girón.

### 2.8.3 Planta Morrórico

La planta de Morrórico está localizada al Oriente de la carrera 33A entre la avenida Quebrada Seca y Calle 32 de Bucaramanga. La planta es del tipo convencional, con unidades de medición de caudal, mezcla rápida, floculación hidráulica, sedimentación y filtración; su capacidad es 400 l/s.

**Figura 8. Planta Morrórico**



El agua llega al tanque Morro Alto a través de una conducción mixta de presión y flujo libre, que recibe las aguas aforadas en la canaleta Parshall, de 1,5 pies con capacidad máxima de 696,6 l/s dotada de reglilla graduada para lectura del caudal.

#### **2.8.4 Planta Floridablanca**

La Planta Floridablanca está localizada en la zona Sur oriental del Área Metropolitana de Bucaramanga, en la parte alta de los barrios Bucarica y Caracolés del municipio de Floridablanca.

**Figura 9. Planta Floridablanca**



Su construcción inicial se hizo entre los años 1970-1971; fue optimizada para darle mayor capacidad, en los años 1976-1977, y ampliada para tratar todo el caudal aprovechable del Río Frío, en los años 1982-1983.

#### **2.8.5 Parque del Agua**

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga pensando en el mejoramiento de la calidad de vida, de los ciudadanos del área metropolitana desarrolló un parque público el cual denominó - Parque del Agua.

Esta iniciativa de gran trascendencia local, regional y nacional, amerita que sobre este hecho hagamos algunas reflexiones que son determinantes de gran valor y nos permiten entender de manera clara su esencia:

El Parque del Agua, un espacio donde no solo se aplica la función recreativa sino la didáctica, pues, se combina Agua y Naturaleza como elementos vitales para la vida de los seres humanos y la naturaleza nos permite expandir el conocimiento de nuestros valores.

Con el Parque del Agua, se busca conservar los recursos naturales que están siendo acabados por el hombre; la flora, la fauna, el aspecto paisajístico, ecológico y ambiental podrán ser valorados por los ciudadanos que visiten sus instalaciones. Además, con él se pretende mejorar la calidad de vida, y crear un bienestar ciudadano, especialmente a las clases menos favorecidas y toda la comunidad en general, que, cualquier día, a cualquier hora, estará disponible para su disfrute.

**Figura 10. Parque del Agua**



Cabe destacar que para la construcción del Parque del Agua se aprovecharon las instalaciones existentes cambiando su uso por medio de un acto de sensatez y de economía urbana. Dentro del acueducto que entró en desuso se aprovecharon dos elementos básicos como son los tanques de agua y una zona de árboles ya desarrollados que constituyen un ambiente natural excepcional.

La conservación de los tanques y su transformación de elementos recreativos utilizando el agua como componente principal del paisaje urbano, representa un ejemplo de gran valor.

El Parque del Agua, transformó la infraestructura funcional de un acueducto en unas instalaciones recreativas. Esto representa una buena inversión desde el punto de vista económico y una relación costo beneficio muy eficiente.

Otro aspecto importante del Parque, es que dentro de él, se encuentran ubicadas la Sede Administrativa y Comercial del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, con lo cual, además de brindarle confort, comodidad y bienestar a los trabajadores, le permite mantener un contacto permanente con los suscriptores y usuarios que a la hora de acercarse a las instalaciones necesariamente se relacionan con el Parque del Agua.

## **El Agua**

Un Parque dedicado al agua esta llamado a cumplir una labor educativa de gran importancia. Es un recurso que se nos agota, y es fundamental tomar medidas para su conservación y su uso moderado.

El agua esta en todas las actividades humanas: dependemos del líquido para nuestra subsistencia, pero también produce energía, es usada para muchas actividades deportivas y recreativas, es vital para el mantenimiento de los ecosistemas y primordial en el aspecto paisajístico tocando las venas más sensibles del ser humano como son los aspectos estéticos, poéticos y románticos.

Figura 11. Distribución Parque del Agua



### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE**

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. cuenta con (4) cuatro plantas de tratamiento de agua: Morrорico, La Flora, Floridablanca y Bosconia; donde los procesos de tratamiento son similares, pero destacándose esta última por ser la planta más grande y con mayor cantidad de máquinas y equipos, por este motivo, la descripción del proceso de producción se hará con base a ésta planta.

Además de las plantas de tratamiento, la compañía cuenta con estaciones de regulación de presión y bombes, para el suministro de agua potable a algunos sectores.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA RÍO SURATÁ PLANTA BOSCONIA**

El Sistema Río Suratá comprende el conjunto de instalaciones empleadas para la captación y tratamiento de aguas del Río Suratá, que corre por el lado Norte de la base de la meseta en la cual se asienta la ciudad de Bucaramanga, y su elevación por bombeo hasta los tanques Batallón y Morrорico situados sobre la meseta.

Individualmente puede suministrar un caudal de 2000 litros por segundo.

Consiste en la captación de 2400 litros por segundo de agua del Río Suratá, su tratamiento en la Planta Bosconia y su elevación por bombeo, con una cabeza

de 400 metros aproximadamente, hasta los tanques de Batallón y de Morrórico.

El Sistema Río Suratá se compone de cuatro partes generales:

3.2 Captación del Río Suratá.

3.3 Instalaciones de Pretratamiento.

3.4 Planta de Tratamiento Bosconia.

3.5 Estación de Bombeo de agua tratada.

El conjunto está localizado a orillas del río, en la zona conocida como Zaragoza o Bosconia, a un costado de la carretera Bucaramanga – Matanza.

## **3.2 CAPTACIÓN DEL RÍO SURATÁ**

### **3.2.1. Estructuras de Captación**

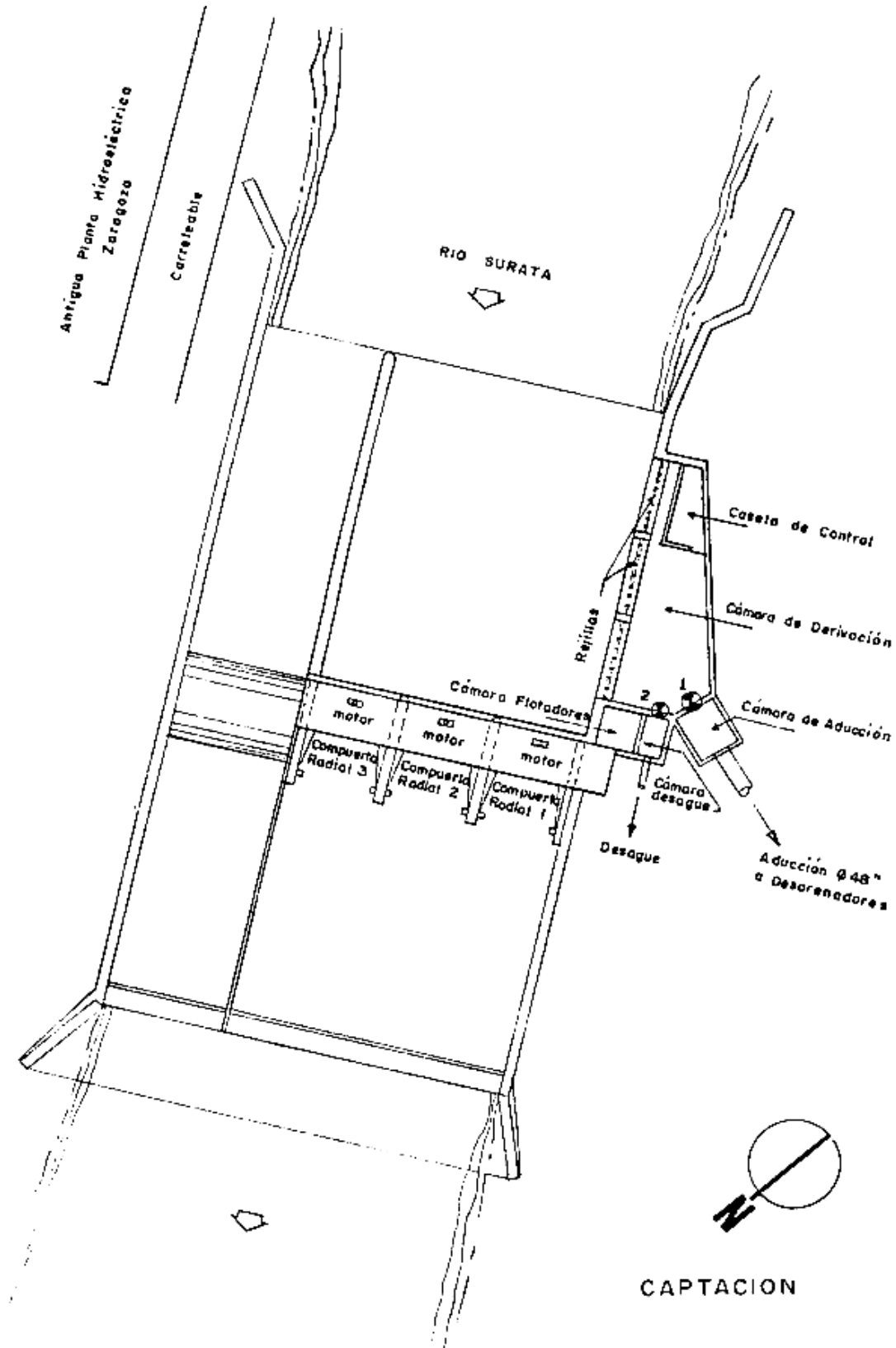
Las estructuras de captación de aguas del Río Suratá están localizadas sobre el cauce del río, en el sitio de la antigua Planta Eléctrica de Zaragoza, a unos 700 metros de distancia aguas arriba de la Planta de Tratamiento Bosconia.

La captación tiene como función principal derivar del Río Suratá un caudal hasta de 2400 litros por segundo, mediante una estructura de captación lateral regulada por tres compuertas radiales, que permite cumplir el propósito tanto en épocas de invierno como en períodos de estiaje.

La estructura de captación esta compuesta por:

- ❖ Estructura de captación y control de paso del caudal del río, con piso inferior (solera) y piso superior de maniobra y localización de motores.

Figura 12. Estructuras de Captación



- ❖ Tres (3) compuertas radiales No. 1, 2 y 3 para control de niveles de agua en el río, accionadas mediante sus correspondientes motores, colocados sobre el puente, y poleas de izado. Cada motor es de 2.4 Hp.
- ❖ Tres (3) rejillas metálicas, con barras de sección semicónica, tres válvulas colocadas a la entrada de la Cámara de Derivación.
- ❖ Cámara de derivación compuesta de :
  - Cámara de Derivación, situada detrás de las rejillas y encargada de conducir el agua hasta la línea de aducción.
  - Cámara de Aducción. El flujo de agua hacia la Planta se controla mediante la compuerta (1) de diámetro 48" colocada a la entrada a la misma.
  - Caseta de Controles, situada sobre la Cámara de Derivación, en la cual están localizados los controles automático y manual de suministro de energía eléctrica.
  - Cámara de Flotadores, sobre la cual hay tres (3) aparatos registradores de nivel. Los flotadores gobiernan las compuertas radiales.
  - Cámara de Desagüe, conectada a un tubo de diámetro 20". El flujo se controla por medio de la compuerta (2) de diámetro 20".
- ❖ Planta Generadora Diesel, capacidad 37 KVA para accionar compuertas radiales en caso de falla del fluido eléctrico.

Mediante los diques y las compuertas radiales se consigue un nivel normal del agua en el río que permite la entrada del caudal de derivación a la cámara, a través de las rejillas laterales.

El caudal que pasa hacia la aducción a la Planta de tratamiento es regulado por medio de la compuerta (1) de admisión. El desagüe de la cámara se controla por medio de la compuerta (2). Las dos compuertas se operan manualmente.

El accionamiento de subida y bajada de las compuertas radiales se efectúa por medio de moto-reductores instalados en el puente de la estructura de captación, que funcionan automáticamente energizados por señales eléctricas enviadas, en forma continua (hasta lograr los niveles normales del río). Cada una de las tres compuertas tienen su correspondiente dispositivo de control y accionamiento del moto-reductor, graduado para enviar la señal eléctrica cuando el agua en el río llegue a determinado nivel; las compuertas también pueden ser operadas mediante controles manuales localizados en la caseta de controles.

### **3.2.2 Conducción Captación - Desarenadores.**

Este tramo de la línea de aducción se encuentra localizado entre la cámara de aducción en la captación y las estructuras de llegada a los desarenadores.

La función de esta conducción es la de llevar el agua cruda captada, desde la captación hasta las unidades de pretratamiento.

Esta conducción está compuesta por tubería de diámetro 48" A.P. de aproximadamente 344 m de longitud.

El agua cruda captada sale de la cámara de aducción por la tubería de diámetro 48" que la conduce hasta la cámara de quietamiento que hace parte de las estructuras de llegada a los desarenadores. El caudal aducido se regula por medio de la compuerta (1).

### **3.3 INSTALACIONES DE PRETRATAMIENTO**

#### **3.3.1 Estructuras de Llegada a los Desarenadores**

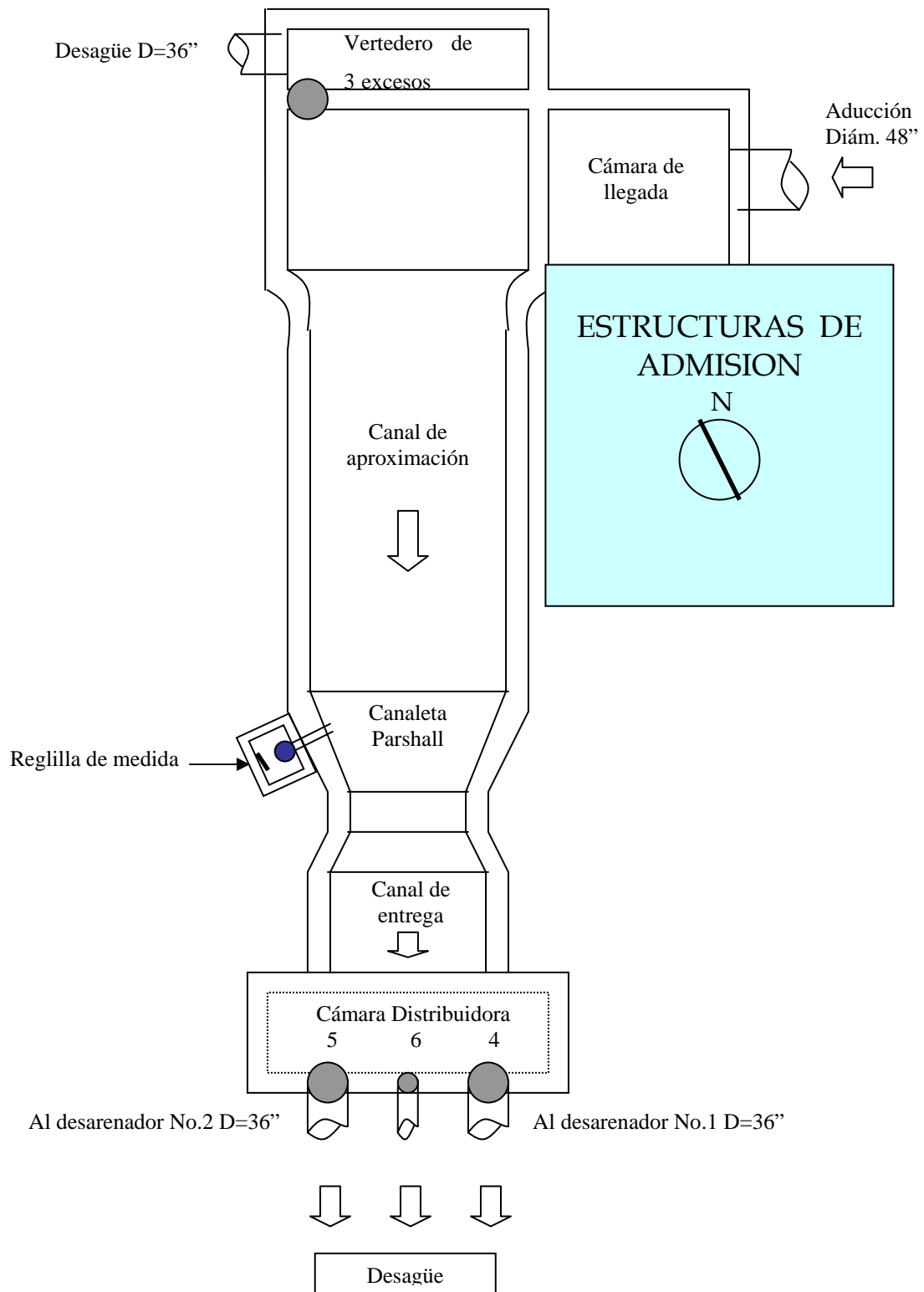
Las estructuras de llegada a los desarenadores están ubicadas entre el punto terminal de la línea de aducción de diámetro 48" y los desarenadores.

Estas estructuras cumplen la función de recibir el agua cruda, disipar su energía, medir el caudal de entrada a los desarenadores y finalmente conducirla hasta estos.

La estructura de llegada a los desarenadores está compuesta de:

- ❖ Cámara de quietamiento o llegada, dotada de los siguientes elementos:
  - Tres (3) pantallas transversales consecutivas, con una abertura en el fondo.
  - Vertedero de excesos, que evacua el sobrante a través de un conducto de desagüe.
  - Compuerta (3) de diámetro 20" para el desagüe de la cámara.

Figura 13. Estructuras de Admisión



- ❖ Canal de aproximación.
- ❖ Canaleta Parshall, con su respectiva cámara de medición provista de reglilla graduada en litros/segundo.
- ❖ Canal de entrega a la cámara distribuidora de caudales a los dos desarenadores.
- ❖ Cámara distribuidora, provista de las compuertas (4) y (5) de diámetro 36" para acceso a los desarenadores No.1 y No.2, respectivamente, y (6) de diámetro 12", para desagüe de la cámara.

El agua cruda entra a la cámara de quietamiento y pasa por el canal de aproximación, la canaleta Parshall y el canal de entrega, hasta la cámara distribuidora. En ésta cámara se regula el caudal de los desarenadores No.1 y No.2 mediante las compuertas (4) y (5), respectivamente.

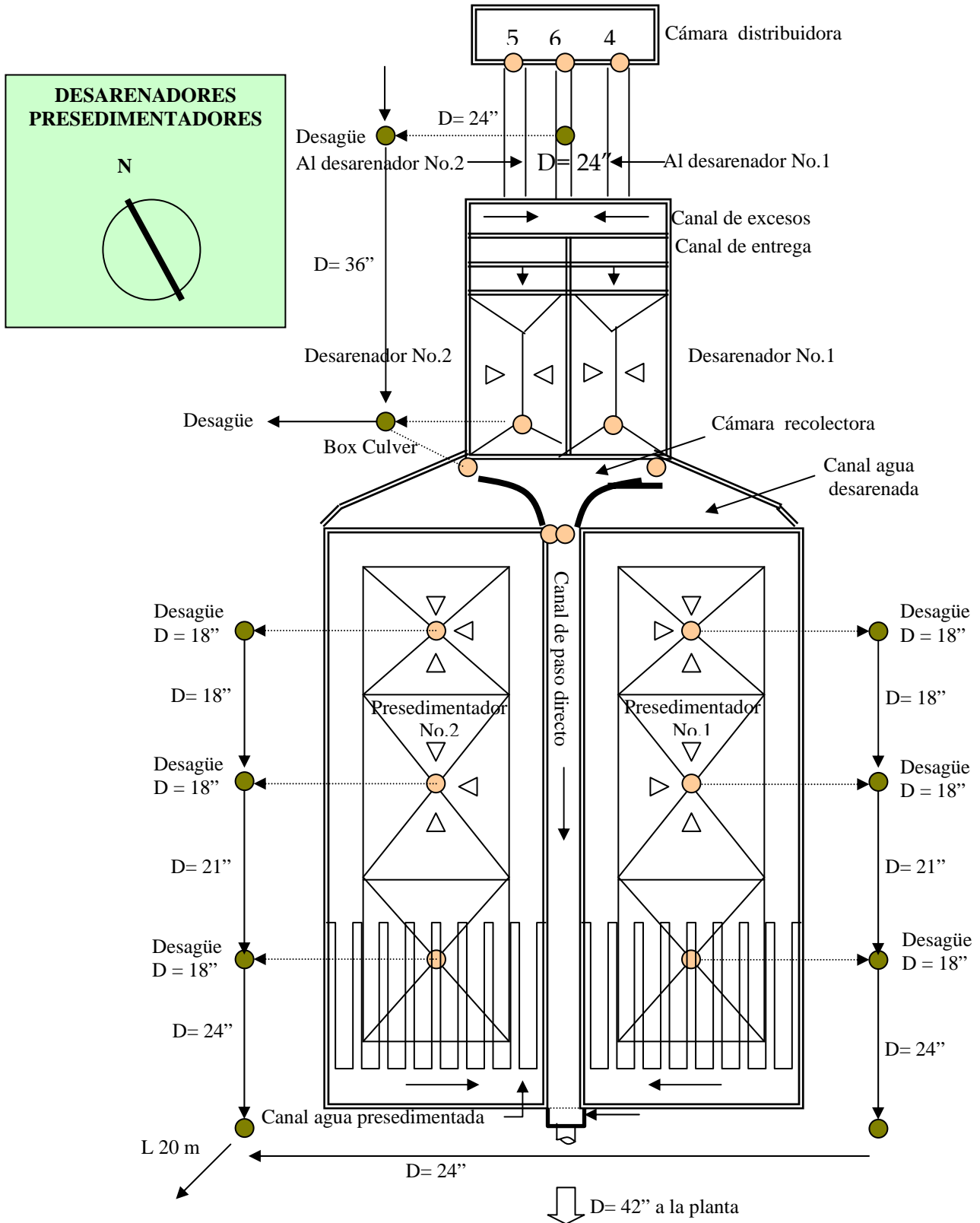
La medición del caudal se efectúa en la canaleta Parshall, y se determina por la lectura de la reglilla colocada en la cámara de medición.

### **3.3.1 Desarenadores**

Los desarenadores están localizados entre las estructuras de llegada de los mismos y los presedimentadores.

Los desarenadores tienen como función principal remover, por gravedad, materiales grandes o pesados (piedras, arena, etc.,) a fin de evitar su paso a la planta de tratamiento y también proteger los conductos contra la abrasión.

Figura 14. Desarenadores y Presedimentadores



Los desarenadores están compuestos por:

- ❖ Sistema de entrada a cada unidad, constituido por:
  - Conducto de diámetro 36", para paso del agua desde la cámara distribuidora, controlado por la compuerta (4) ó (5).
  - Canal de entrega con vertedero de excesos.
  - Tabique difusor, para distribuir uniformemente el flujo a todo lo ancho del tanque.
  
- ❖ Dos (2) tanques desarenadores No.1 y No.2.
  
- ❖ Sistema de recolección de aguas desarenadas, consistente en un vertedero frontal a todo lo ancho de cada tanque y una cámara recolectora de aguas desarenadas.
  
- ❖ Sistema de desagüe y auto-lavado, constituido por un canal recolector de arenas en cada unidad y conductos de salida controlados por las compuertas (7) y (8) para los tanques No.1 y No.2.

El agua llega desde la cámara distribuidora hasta el canal de entrega por la tubería de diámetro 36"; pasa por el tabique difusor y se desplaza con flujo horizontal a lo largo del tanque, para salir luego por el vertedero transversal y caer en el canal de aguas desarenadas.

Cada desarenador funciona de manera independiente. El caudal de entrada a cada uno se regula mediante las compuertas (4) y (5) localizadas en la cámara distribuidora.

Las arenas que se depositan en el fondo de los tanques salen naturalmente por los conductos de desagüe, arrastradas por el agua que sale continuamente a través de las compuertas (7) y (8), las cuales permanecen total o parcialmente abiertas para dar paso al caudal necesario para el auto – lavado.

### **3.3.2 Presedimentadores**

Los tanques presedimentadores están ubicados entre los desarenadores y la línea de aducción a la planta de tratamiento.

Dada la posición en que se encuentran a continuación de los desarenadores, su función consiste en complementar la acción de éstos, removiendo las partículas más finas y livianas, suficientemente pesadas para ser eliminadas por sedimentación simple (bajo condiciones hidráulicas más favorables).

Los presedimentadores se componen de:

- ❖ Dos canales de aguas desarenadas, uno para cada unidad, provistos de las compuertas (9) ó (10) que regulan el flujo de entrada a los presedimentadores No.1 y No.2, respectivamente.
- ❖ Dos (2) tanques presedimentadores – No.1 y No.2. Están provistos de tolvas en el fondo para la acumulación de lodos.
- ❖ Sistema de recolección de agua presedimentada de cada unidad formado por siete (7) canaletas colectoras de agua que descargan en el canal de aguas presedimentadas. Se localiza en el último tercio de cada tanque.

- ❖ Sistema de desagüe y extracción de lodos, constituido en cada unidad por tres (3) conductos de diámetro 18" y las compuertas (13), (14), (15) para la unidad No.1, y (16), (17), (18) para la unidad No.2, instaladas en el extremo de las pasarelas.
  
- ❖ Canal de paso directo entre el canal de aguas presedimentadas y la cámara de confluencia, localizado longitudinalmente entre los dos tanques, A su entrada están las compuertas (11) y (12), reguladoras del caudal.

El caudal de agua desarenada entra a los presedimentadores controlado por la compuerta (9) y (10), avanza con flujo horizontal en sentido longitudinal a lo largo de cada tanque y es recogido en las canaletas colectoras ubicada al final. Estas lo descargan en el canal de aguas presedimentadas que lo llevan hasta la cámara de confluencia de caudales.

En cuanto el agua va pasando a baja velocidad por los tanques, se va produciendo la sedimentación de las partículas, las cuales se depositan en el fondo para después ser sacadas, como lodos, por los conductos de desagüe. El lodo que se acumula en el fondo de los tanques se evacua periódicamente abriendo las compuertas de desagüe y haciendo un lavado manual de los tanques. Cada vez que es necesario, el agua puede conducirse por el canal de paso directo, desde el canal de aguas desarenadas hasta la cámara de confluencia.

### **3.3.3 Conducción Presedimentadores - Planta**

Corresponde al segundo tramo de la línea de aducción de agua a la planta y se localiza entre la cámara de confluencia de caudales de agua presedimentada y la cámara de aquietamiento o llegada a la planta, situada antes del canal de aforo y mezcla rápida.

Esta conducción tiene la función de conducir el agua pretratada, desde los presedimentadores hasta la planta de tratamiento, y está compuesta por tubería de diámetro 42" A.P., de aproximadamente 300 metros de longitud.

El agua cruda, proviene de los canales de agua presedimentada o del paso directo, ingresa a la línea de aducción de diámetro 42" en la cámara de confluencia de caudales y es conducida hasta la cámara de aquietamiento, a la entrada de la planta de tratamiento.

## **3.4 PLANTA DE TRATAMIENTO BOSCONIA**

La planta está diseñada para una capacidad nominal de 2,000 litros por segundo, pero sus instalaciones pueden admitir una sobrecarga de hasta 20 % de su capacidad nominal, para dar una capacidad máxima de 2,400 litros por segundo, con la cual puede atenderse el caudal de bombeo (2,000 litros por segundo) y los consumos de agua requeridos para el lavado de las unidades y los servicios de la planta.

### 3.4.1 Estructuras de Llegada a la Planta

Las estructuras de llegada a la planta están localizadas entre el punto terminal de la aducción de diámetro 42" en la cámara de aquietamiento y los floculadores, frente al edificio de químicos.

Las estructuras de llegada están destinadas a recibir el agua proveniente de los presedimentadores, para conducirla a los dispositivos de medición, mezcla rápida y a los floculadores.

Estas estructuras están compuestas de:

- ❖ Cámara de aquietamiento, provista de un desagüe de diámetro 14" para limpieza y/o control del caudal de entrada (eventualmente), controlado por la válvula (19).
- ❖ Canal de aforo y mezcla, seguido de una canaleta Parshall. Tiene capacidad para 2,400 litros por segundo.
- ❖ Dispositivo de medición de caudal, constituido por un equipo transmisor - indicador - registrador - totalizador acoplado directamente al pozo adyacente a la canaleta Parshall, con indicador en la sala de dosificación.
- ❖ Canal de aproximación y distribución de caudales a los floculadores de la primera y segunda etapas y 2,000 litros por segundo de capacidad. Se prolonga: a) en dos canales largos, cada uno con capacidad para 500 litros por segundo, que conducen el agua a los floculadores No.1

(primera etapa) y No.4 (segunda etapa); y b) en dos canales cortos paralelos, cada uno con capacidad para 500 litros por segundo, que conducen el agua a los floculadores No.2 (primera etapa) y No.3 (segunda etapa). El paso de agua a los floculadores se controla por las compuertas: (20) para el No. 1; (21) para el No.2; (22) para el No.4 y (23) para el No.3.

- ❖ Entre los canales cortos paralelos se encuentra un vertedero de excesos, que controla el nivel del agua y permite eliminar los excesos.

El agua presedimentada se desplaza con flujo ascendente por la cámara de aquietamiento, continua por el canal de aforo donde, aprovechando el resalto producido por la canaleta Parshall, se hace la medición del caudal y se efectúa la mezcla rápida de los coagulantes. Finalmente es repartida a los floculadores 1 y 2, mediante las compuertas (20), (21) y a los floculadores 3 y 4 de la segunda etapa, mediante las compuertas (22) y (23).

La medición del caudal de entrada a la planta se hace en la canaleta Parshall. El flotador del pozo de medición acciona el equipo transmisor de la medida de caudal, que se indica y registra en el panel situado en la sala de dosificadores del edificio de químicos.

### **3.4.2 Floculadores**

Los floculadores están localizados entre las estructuras de llegada a la planta y los sedimentadores.

Los floculadores tienen por finalidad propiciar la formación de flocs o grumos de tamaño y peso suficientes para ser removidos por decantación.

Esto se consigue mediante la agitación lenta del agua que pasa a través de ellos y que ha sido previamente coagulada con alumbre y/o polielectrolito.

Sus componentes son:

- ❖ Dos (2) tanques de floculación No.1 y No.2 (primera etapa) cada uno dividido en cuatro (4) cámaras, que funcionan en serie con un tiempo total de retención de 24 minutos (para 500 litros por segundo de capacidad). El flujo entre las cámaras se establece a través de un orificio rectangular debidamente dispuesto en los tabiques divisores de concreto.
- ❖ Cuatro (4) conjuntos de agitadores de paletas de eje vertical en cada tanque floculador (uno por cámara). Cada conjunto consta de cuatro (4) juegos de paletas y es accionado por un moto - reductor de 3 velocidades instalado sobre la pasarela del floculador.
- ❖ Canales de conducción de agua floculada a los sedimentadores, que corren paralelos a las unidades sedimentadoras.
- ❖ Válvulas diámetro 10" (24), de desagüe de los tanques al canal de lodos.

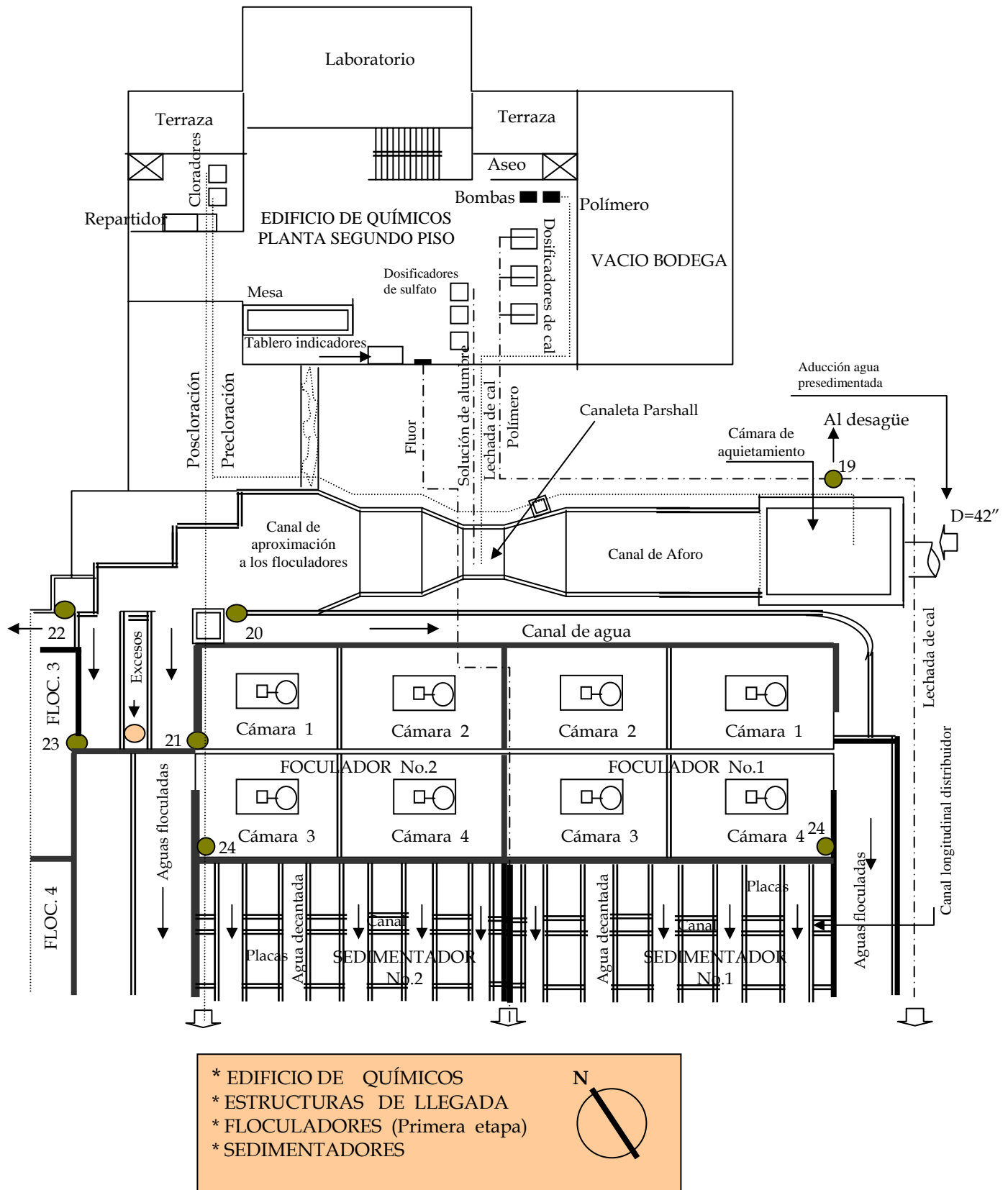


Figura 15. Estructuras de Llegada

El agua coagulada con sulfato de aluminio y/o polielectrolito, a su paso por las cámaras de los tanques floculadores, es sometida a agitación lenta por los cuatro (4) conjuntos de paletas instalados en cada uno de ellos, con lo cual se induce el choque entre partículas para formar flocs o grumos suficientemente pesados para ser eliminados por decantación.

El agua una vez floculada, es conducida a los sedimentadores por canales especialmente diseñados para evitar la rotura de los flocs.

Para el desagüe y limpieza de los tanques floculadores, se abre la válvula de diámetro 10" que se encuentra en el fondo de la última cámara y que descarga directamente en el canal de lodos (que corre por debajo del canal de agua floculada).

### **3.4.3 Sedimentadores**

El sistema de sedimentación se compone de cuatro (4) unidades, dos de ellas (No.1 y No.2) correspondientes a la primera etapa y las otras dos (No.3 y No.4), a la segunda etapa. Están localizadas entre los floculadores y la batería de filtros.

La función de los sedimentadores es la de separar del agua los flocs o grumos formados en el proceso de coagulación - floculación, por decantación en el fondo de los tanques.

El grupo de sedimentadores de la primera etapa se compone de:

- ❖ Dos (2) tanques sedimentadores de alta rata, divididos en cuatro (4) módulos transversales independientes. Los módulos tienen cada uno capacidad para 125 litros por segundo, y constan de los siguientes elementos:
  - Canal longitudinal central, por donde ingresa el agua floculada. Su fondo está formado de plaquetas, dejando espacios por los cuales pasa el agua a las dos zonas de placas localizadas a lado y lado del canal central.
  - Dos (2) filas de placas inclinadas de asbesto - cemento.
  - Cada sedimentador dispone de un conjunto de canales, destinados a recoger los lodos extraídos de las tolvas por tubos de diámetro 1 1/2".
  
- ❖ Cinco (5) canaletas colectoras de agua sedimentada en cada sedimentador, encargadas de recoger el agua que asciende por entre las placas y conducirla hasta el canal de agua sedimentada. En el sedimentador No.2, la tercera canaleta evacua también el agua recogida por las dos primeras mediante un pequeño tramo de canal dispuesto longitudinalmente en el último módulo. De esta manera, dada la distribución de la planta, se consigue que toda el agua de los dos sedimentadores llegue a la batería de filtros No.1.
  
- ❖ Canal de agua sedimentada, que recibe el agua de las canaletas y la conducen hasta la batería de filtros.
  
- ❖ Canales de recolección de lodos que salen por las canaletas triangulares. Están situados por debajo de los canales de agua floculada. La evacuación de los lodos se regula por medio de las

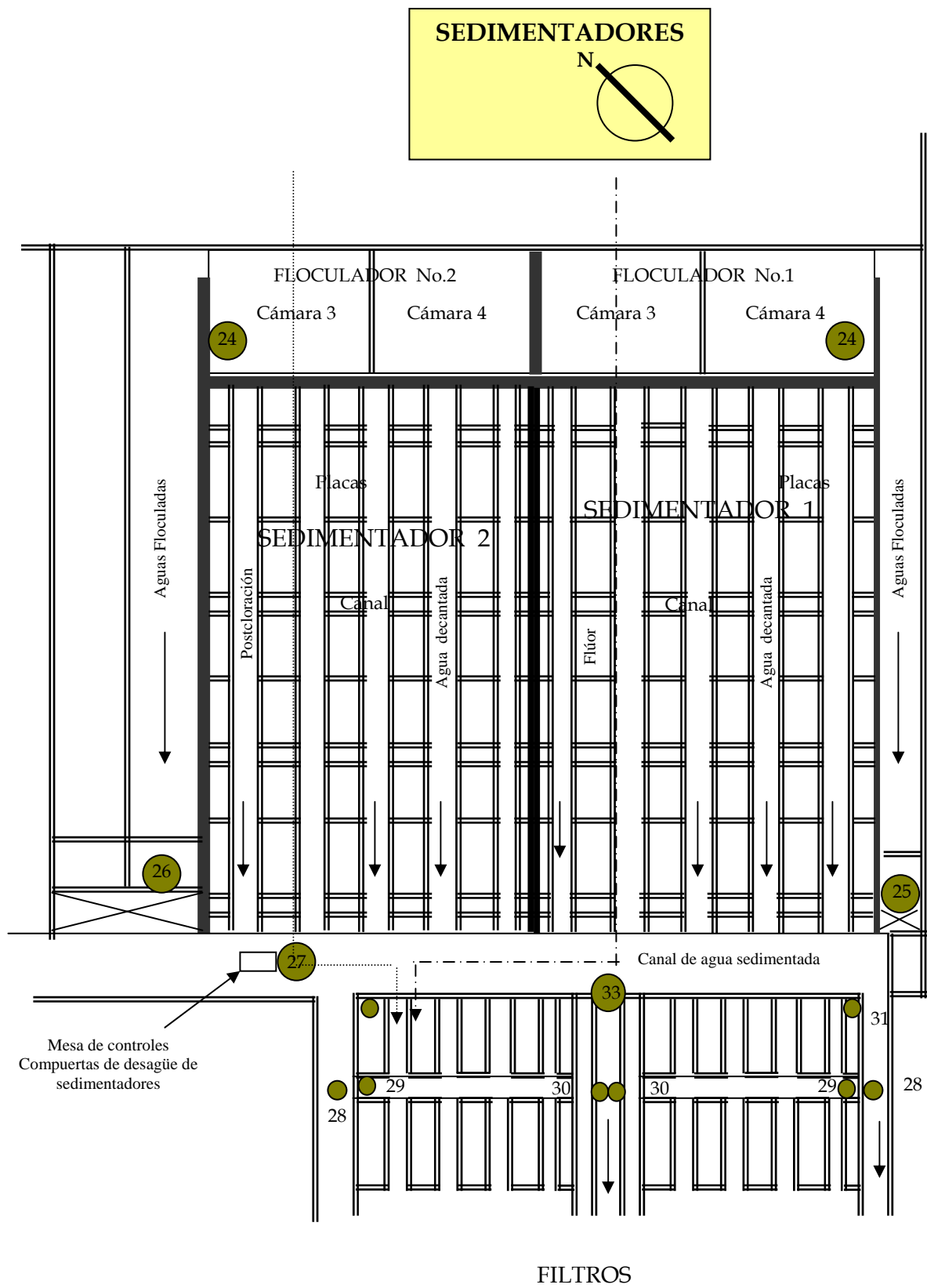
compuertas (25) y (26) de diámetro 24" de accionamiento neumático, localizadas en los extremos de los canales de agua floculada.

- ❖ Mesa de comando de las compuertas de desagüe de las cuatro (4) unidades de sedimentación.
- ❖ Compuerta de diámetro 20" (27), para interconexión de los canales de agua sedimentada de la primera y segunda etapa.
- ❖ Compuerta (33) para control del paso directo del canal de agua sedimentada a la cámara de interconexión.

El agua floculada ingresa por el canal central longitudinal de los módulos y pasa por el fondo, a través de los espacios entre plaquetas, a la parte inferior de las zonas de placas; asciende por los espacios entre placas y es recogida en las canaletas recolectoras que la conducen hasta el canal de aguas sedimentadas.

En el acceso por entre las placas se efectúa la separación de los flocs, que se decantan por gravedad en las tolvas del fondo del sedimentador.

Los lodos decantados se extraen por acción hidráulica, al abrir las compuertas (25) y (26) de los sedimentadores No.1 Y No.2 por un periodo corto de tiempo. Al abrir esas compuertas, los tubos de 1 ½" succionan el lodo y lo sacan a los canales triangulares, de donde van a los canales principales de desagüe.



**Figura 16. Sedimentadores**

### 3.4.4 Filtros Rápidos

El sistema de filtración está constituido por dos (2) baterías de 6 filtros rápidos, cada una correspondiente a los sedimentadores No.1 y No.2 de la primera etapa, y la otra a los sedimentadores No. 3 y No. 4 de la segunda etapa, ambas localizadas entre los sedimentadores y el tanque de almacenamiento de agua tratada.

Los filtros cumplen la función de remover del agua las partículas, impurezas y microorganismos que no han quedado removidos en los procesos anteriores de tratamiento. Trabajan a tasa declinante y con sistema de auto lavado (lavado de una unidad con el agua filtrada por las demás del conjunto). Cada filtro tiene una capacidad nominal de filtración de 167 litros por segundo.

La batería No. 1 (primera etapa) se compone de los siguientes elementos:

- ❖ Seis (6) unidades filtrantes, cada una compuesta de dos (2) celdas.
  - Tiene lecho filtrante formado por 2 capas: una superior de antracita y una inferior de arena, colocadas sobre una capa de arena torpedo la cual, a su vez, va sobre capas de gravas que le sirven de sostén y para distribución del agua para lavado.
  - El agua filtrada a través del lecho filtrante se drena por el falso fondo, constituido por viguetas triangulares prefabricadas con orificios de descarga.
  - Cada filtro tiene una cámara de salida del agua filtrada, provista de un vertedero, por el cual pasa el agua a la cámara de interconexión, y mide el caudal de agua filtrada por la unidad.

- El caudal es medido por la altura de la lámina de agua en el vertedero, la cual es captada y convertida en litros por segundo por un dispositivo de medición, que transmite e indica el caudal en la mesa de comando.
  - Cada filtro está dividido longitudinalmente en 2 compartimientos por un canal central, al cual le llegan 8 canaletas recolectoras de agua del lavado (4 por cada lado del canal).
  - Válvula de diámetro 6" (31) de accionamiento manual desde el canal de desagüe de los filtros, para vaciado total del agua del filtro.
- ❖ Cámara de interconexión o canal de agua filtrada, que divide la batería longitudinalmente en 2 hileras de 3 filtros cada una. Recibe el agua de los filtros por los vertederos de las cámaras de salida y suministra el agua para lavado de las válvulas (30) de mariposa.
- ❖ Cámara de control del nivel, localizada al final de la cámara de interconexión, frente a la batería de filtros y dentro del tanque de agua tratada. Está provista de un vertedero de control, por el cual se vierte el agua filtrada por la batería a la cámara de recepción del tanque de almacenamiento y determina el caudal total producido por la batería de filtros. El caudal es medido por la altura de la lámina de agua en el vertedero la cual es captada y convertida en litros por segundo por un dispositivo de medición, que transmite e indica el caudal en la mesa de comando de los filtros 5 y 6.

- ❖ Sistema de control de entrada y salida de agua de los filtros de accionamiento por cilindro neumático desde la mesa de comando, consistente en:
  - Compuertas (28) de 20" x 20", con posicionador de admisión de agua sedimentada (1 en cada filtro).
  - Compuertas (29) de 20" x 20", de desagüe del lavado (1 en cada filtro).
  
- ❖ Sistema neumático de accionamiento de las válvulas y compuertas y de regulación de los flujos de agua (filtrada y de lavado de los sedimentadores), consistente en:
  - Dos (2) compresores de suministro de aire a presión para accionamiento de las válvulas y compuertas. El sistema de aire está provisto de deshumificador y de trampas para extracción de agua de condensación en las tuberías conductoras.
  - Cilindros de accionamiento de cada una de las compuertas y válvulas.
  
- ❖ Consolas o mesas de comando de la operación de los filtros, localizadas en la galería de operación, sobre la cubierta de la cámara de interconexión.

El caudal de agua sedimentada ingresa a los filtros regulado por las compuertas (28) de accionamiento neumático, desciende a través del lecho filtrante y el falso fondo, pasa a la cámara de salida del filtro y de allí a la cámara de interconexión o canal de agua filtrada, por el cual va a la cámara de control de nivel en el tanque de almacenamiento de agua tratada.

La rata de filtración se controla en cada unidad con la compuerta (28) de admisión de agua al filtro, fijándola en el posicionador de la mesa de comando. El caudal filtrado es medido en el vertedero de paso del agua de la cámara de salida a la interconexión.

Cuando se inicia el proceso de filtrado, el nivel del agua en los filtros se establece un poco por encima de la lámina de agua en el vertedero de la cámara de control de nivel. A medida que el agua va pasando por los filtros, estos se van colmatando y la pérdida de carga va aumentándose, lo cual causa subida del nivel del agua en los filtros y decrecimiento de la rata de filtración, hasta llegarse a la máxima altura de agua permisible. En ese momento se requiere lavar una unidad, que será aquella con mayor tiempo de operación continua o la que este con menor rata de filtración.

El lavado se efectúa con flujo ascendente, con agua proveniente de las otras unidades de batería. Al cerrar la admisión de agua al filtro y abrir el desagüe, el nivel del agua en el filtro desciende hasta el borde de las canaletas de lavado, con lo que se establece una carga negativa con respecto al vertedero de control de nivel, que hace, al abrir la válvula de interconexión, que el flujo de los otros filtros penetre al filtro que se lava, ascienda por el lecho filtrante y salga por las canaletas y el conducto de desagüe.

Siendo que el caudal de agua sedimentada a los filtros continua igual durante el lavado de una unidad, la rata de filtración de las otras unidades se incrementa hasta el punto en que el conjunto sea capaz de filtrar todo el caudal.

La operación de las compuertas y válvulas se hace desde tres mesas de comando: una para los filtros 1 y 2, otra para los filtros 3 y 4 y una tercera para los filtros 5 y 6.

### **3.4.5 Tanque de Almacenamiento de Agua Tratada**

El tanque de almacenamiento de aguas claras está localizado a continuación de las baterías de filtros, entre estas y la estación de bombeo y su función es:

- ❖ Recibir y almacenar el agua filtrada proveniente de las baterías de filtros.
- ❖ Permitir un adecuado tiempo de contacto entre el cloro y el agua.
- ❖ Servir de cámara de succión para el sistema de bombeo que impulsa el agua hasta los tanques de Batallón y Morrórico.

El tanque esta compuesto de:

- ❖ Tanque de almacenamiento de agua, con capacidad para 10.000 m<sup>3</sup>. Tiene un canal de rebose situado hacia el extremo sur de la batería de filtros No.1.
- ❖ Cámara de recepción de agua filtrada y aplicación de cloro y flúor situada entre las dos cámaras de control de nivel. El agua pasa al tanque a través de un orificio rectangular situado en el fondo de la cámara.

- ❖ Cámaras de succión de las bombas, localizada a un costado de la casa de bombas.
- ❖ Dispositivo de medición del nivel del agua en el tanque.
- ❖ Sistema de desagüe, consistente en un conducto de diámetro 24" y su compuerta (32) de control.

El agua filtrada procedente de la batería de filtros cae por los vertederos de control a la cámara de recepción y de aplicación de cloro, donde se produce la dispersión y mezcla del cloro con la masa de agua. Pasa luego al tanque de almacenamiento por el orificio rectangular del fondo de la cámara y continúa hasta la cámara de succión para ser impulsada hacia los tanques de Batallón y Morrórico.

El volumen de agua almacenada permite el bombeo de los 2,000 litros por segundo, durante aproximadamente 1.4 horas, sin abastecimiento desde la planta de tratamiento.

### **3.5 ESTACION DE BOMBEO**

La estación de bombeo del sistema Suratá está situada entre el tanque de almacenamiento de agua tratada y la tubería de impulsión de la planta a la ciudad, de tal manera que este tanque le sirve de pozo de succión a las bombas.

El conjunto de bombas y equipos accesorios que constituyen la estación, impulsan el agua tratada en la planta de Bosconia, del tanque de

almacenamiento de agua tratada a los tanques de distribución de Morrórico y Batallón que se encuentran a una altura de 327 m. sobre el nivel del tanque de agua tratada. La estación de bombeo de Bosconia esta integrada por un conjunto de unidades así:

- ❖ Unidades principales.
- ❖ Unidad de llenado.
- ❖ Tubería de impulsión.
- ❖ Tanques de Batallón y Morrórico.
- ❖ Sistema de protección contra Golpe de Ariete.
- ❖ Equipo de refrigeración.
- ❖ Central de lubricación.

El funcionamiento del sistema de bombeo es automático, dependiente del nivel de agua en los tanques de Batallón y Morrórico, esto es de la demanda de agua en la ciudad, así:

- ❖ Con el bombeo en marcha se llena el tanque de Batallón.
- ❖ Cuando el tanque de Batallón llega al nivel 4.10 m de agua, la válvula motorizada (14) de entrada al tanque de Batallón se cierra y el agua pasa al tanque de Morrórico.

- ❖ Si la demanda de la ciudad, estando el bombeo parado, hace bajar el nivel de agua en el tanque de Batallón hasta 2.70 m de agua, la válvula 14 se abre progresivamente dejando pasar agua de Morrórico hacia Batallón por gravedad. Si el nivel de Batallón continua descendiendo hasta 2.50 m, arranca una bomba y se apaga al llegar al nivel 4.10 m de agua.
  
- ❖ Cuando el nivel de Morrórico llega al nivel 1.30 m de agua, entra una de las bombas a funcionar, y si simultáneamente el nivel de Batallón desciende a 2.50 m de agua, otra bomba arranca y parará cuando el agua de este tanque llegue al nivel. Si el tanque de Morrórico alcanza el nivel 2.30 m de agua, se apaga la primera bomba.
  
- ❖ Si por algún motivo durante el bombeo el nivel del agua en el tanque de Batallón llega a 4.20 m de agua se enciende una alarma por nivel muy alto, y la bomba se apaga de emergencia automáticamente al llegar al nivel 4.40 m de agua.
  
- ❖ Si por algún motivo durante el bombeo el nivel del tanque de Morrórico llega a 2.60 m de agua, se enciende alarma por nivel muy alto y la bomba se apaga automáticamente al llegar al nivel 2.80 m de agua.
  
- ❖ También se acciona una alarma si el nivel de agua baja del nivel 2.0 m de agua en el tanque de Batallón, o al nivel 0.80 m de agua para el tanque de Morrórico.

#### 4. METODOLOGÍA DEL DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN EL AMB S.A. E.S.P.

Este proyecto de implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento para el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., busca garantizar la continuidad del proceso productivo y así alcanzar las metas trazadas en la política de calidad de la empresa, mediante la vinculación de todo el personal de la empresa, tanto administrativo como operarios, en la programación, aprobación y ejecución de los planes de mantenimiento establecidos.

La elaboración del programa de mantenimiento establecido, se inició con la realización de visitas a las diferentes plantas de tratamiento, observando con detalle el proceso productivo y los equipos que intervienen en este.

Luego se hizo un inventario global de equipos en cada una de las plantas, detallando las condiciones de estos, además se analizó la función del mantenimiento dentro de la cadena productiva, esto con el fin de hacer el diagnóstico general de la función de la Coordinación de Mantenimiento que se aprecia en el **Capítulo 5**.

Después de esto se dividió cada una de las plantas en secciones para hacer la clasificación de los equipos, siendo estas:

- ❖ Captación

- ❖ Clarificación
  
- ❖ Desinfección
  
- ❖ Bombeo
  
- ❖ Regulación de Presión
  
- ❖ Tanques
  
- ❖ Taller Mecánico

Teniendo en cuenta esta clasificación se procedió a la elaboración de la codificación de los equipos, ver **Capítulo 6**; con la cual se identificaron cada uno de los equipos haciéndose la marcación correspondiente, para lo cual se diseñó una placa en la que se encuentra el nombre del equipo, el código y la fecha de marcación.

Posteriormente se hizo el levantamiento de la información técnica y operativa de cada equipo, para ser consignada en la ficha técnica de este, diseñada para tal fin, un ejemplo de esta se muestra en el **Anexo C**; dicho proceso fue bastante difícil y tedioso, debido a la cantidad de equipos, la distancia considerable entre cada una de las plantas y la poca información con que se contaba, todos los datos fueron tomados de las maquinas directamente, algunas de estas no conteniéndolos.

Se realizó la organización de la información perteneciente al mantenimiento, como fueron manuales de fabricante, catálogos y planos; además se trabajó en

la recopilación de información con la que no se contaba, para esto se recurrió a medios como libros, fabricantes, proveedores e Internet.

El siguiente paso consistió en la elaboración de los instructivos de mantenimiento, documento en el cual se encuentran consignadas las labores, frecuencias, responsables, herramientas y repuestos necesarios para la realización de las diferentes actividades de mantenimiento, que incluye inspecciones y lubricación, a cada clase de equipo. Para esto fue útil, además de la información técnica existente, la experiencia de los mecánicos e ingenieros de mantenimiento de la empresa, el listado y un ejemplo de un instructivo de mantenimiento se puede observar en el **Anexo H**.

Luego de tener estructurada la información técnica se continuó con el diseño de los formatos de mantenimiento a implementar dentro del plan, los cuales se estimó debían ser lo mas sencillo posibles y en una cantidad manejable, debido a que no se tenía precedente en el manejo de este tipo de documentos, los detalles de diseño de estos formatos se encuentran en el **Capítulo 7**.

Con el propósito de determinar los equipos que entrarían en la programación de mantenimiento, se hizo el estudio de criticidad, del cual concluimos que todos los equipos debían quedar contenidos dentro del plan de mantenimiento. En el **Capítulo 6**, observamos los criterios que se tuvieron en cuenta en la determinación de la criticidad de los equipos.

Para la elaboración del programa de mantenimiento, se diseñó un formato en el cual las tareas de mantenimiento fueron organizadas cronológicamente por semanas a lo largo de todo el año, donde se especifica el equipo, el código, el tipo de intervención y la semana de ejecución; el detalle de cada intervención

fue consignado en el instructivo de mantenimiento correspondiente del equipo, donde se especifica la tarea a realizar y su frecuencia. El diseño del formato del programa anual de mantenimiento puede ser apreciado en el **Anexo K**.

Dentro del aspecto de la formación de los mecánicos de mantenimiento, se organizó una serie de capacitaciones, dictadas por proveedores, ingenieros y los mismos mecánicos, donde se trata temas técnicos y se resuelven inquietudes en lo relacionado al mantenimiento de equipos.

El sistema de mantenimiento creado lleva un registro detallado de los materiales, repuestos, tiempo empleado y costos asumidos en la ejecución del mantenimiento, con el fin de contar con indicadores que permitan evaluar la buena marcha del programa y tomar medidas oportunas para un mejor funcionamiento del mismo. Los indicadores de gestión de mantenimiento propuestos en esta práctica son expuestos en el **Capítulo 9**.

Debido a que la compañía no contaba con una política de mantenimiento definida, y teniendo el sistema de mantenimiento ya conformado, se procedió a establecer la política de mantenimiento que adoptaría la empresa. Se concretó la misión, la visión y los objetivos a los que la Coordinación de mantenimiento debía enfocarse con el fin de cumplir su papel dentro de la organización. Esta política puede verse en el **Capítulo 8**.

Finalmente se llevó a cabo la implementación del sistema de mantenimiento en su etapa inicial, programando las actividades de mantenimiento, llevando control sobre las mismas para su cumplimiento y registrando todas las actividades ejecutadas.

## **5. DIAGNOSTICO DE LA FUNCION DEL MANTENIMIENTO EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

### **5.1 ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

#### **5.1.1 Posición y Objetivos del A.M.B. S.A. E.S.P. respecto al Mantenimiento**

Antes de la realización de esta práctica, los encargados de la administración del mantenimiento no estaban muy comprometidos con el correcto funcionamiento de este dentro de la empresa, siendo causas de esto el creer que las cosas se estaban desarrollando de la mejor manera, la resistencia al cambio y además el concepto equivocado que se tenía del mantenimiento dentro de la organización.

Actualmente como resultado de esta práctica, el Acueducto se encuentra comprometido con un sistema de mejora continua que le permita la optimización de sus procesos administrativos y productivos, mejorando los índices de calidad de sus productos y servicios. Hoy son conscientes de la necesidad de estructurar de manera óptima los procesos de la Coordinación de Mantenimiento y desarrollar el Sistema de Mantenimiento, que es una de las herramientas que garantizan el incremento del rendimiento y disponibilidad de sus equipos, haciendo que su actividad sea más rentable y productiva.

No obstante, para alcanzar los resultados planteados con la realización de este proyecto, se necesita del compromiso de todos y cada uno de los

integrantes de la empresa y de la constancia y apoyo de los gerentes, suministrando los recursos y aprobando los proyectos necesarios para la consecución de estos objetivos.

El desarrollo de esta práctica ha logrado generar la conciencia de la importancia que tiene un plan de mantenimiento, en el mejoramiento de la empresa y hoy en día el personal de mantenimiento se hace más partícipe de esta labor aportando desde cada una de sus perspectivas el soporte necesario para cumplir con los objetivos de la Coordinación de Mantenimiento.

### **5.1.2 Interrelación con otras áreas**

Las funciones y responsabilidades del Mantenimiento con respecto a la actividad productiva de la organización no se encontraban completamente definidas, se pensaba que el Mantenimiento no solo era el encargado del funcionamiento de los equipos, sino también se le daba responsabilidad en los trabajos de infraestructura y arreglos locativos de las plantas; con esta práctica se definió al mantenimiento como un procedimiento de apoyo a los procesos operativos de la empresa, dándole prioridad a reparar y mantener la maquinaria y equipos y la adecuación o puesta a punto de estos.

El mantenimiento se catalogaba como un área aislada, con este trabajo de grado las relaciones con los demás departamentos de la empresa han mejorado, haciendo notar que la Coordinación de Mantenimiento es un área estratégica dentro de la organización de la empresa, lo que a su vez ha traído beneficios para la Coordinación en la autorización de recursos y en la adquisición de herramientas y equipos para el Mantenimiento.

### **5.1.3 Divisiones del Mantenimiento dentro de la Empresa**

El Mantenimiento en el A.M.B. S.A. E.S.P. tiene dos divisiones claramente definidas, la Coordinación de Mantenimiento Mecánico y la Coordinación de Mantenimiento Eléctrico.

La Coordinación de Mantenimiento Eléctrico es la encargada del buen funcionamiento de los equipos del sistema eléctrico y además del Sistema de Monitoreo Scada, con el fin de garantizar una continua disponibilidad de energía eléctrica y el buen funcionamiento de éstos dentro de las diferentes Plantas de Tratamiento.

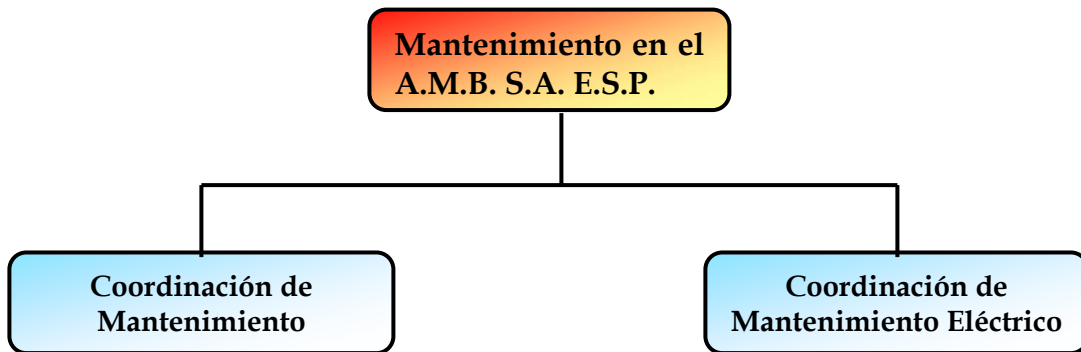
La Coordinación de Mantenimiento Mecánico tiene bajo su responsabilidad toda la maquinaria y equipos de las Plantas de Tratamiento, exceptuando los del sistema eléctrico y automotores, es su trabajo garantizar la disponibilidad de todos los equipos para llevar a cabo una producción eficiente y en el tiempo programado; además de estos equipos, la Coordinación de Mantenimiento Mecánico también está encargada de la revisión y reparación de los tanques, bombeos y válvulas reguladoras de presión distribuidas en el área metropolitana de Bucaramanga.

Un gran obstáculo que se presentaba en la administración del mantenimiento, que se evidenció en esta práctica, eran las no muy buenas relaciones personales que existían entre los anteriores Coordinadores de Mantenimiento de la empresa, lo que no permitía llevar una sincronía entre las labores eléctricas y las labores mecánicas; sin embargo, gracias a la renovación de estos cargos y al alcance que tuvo este proyecto, se ha logrado unificar

esfuerzos y mantener una sincronización en las labores y en la distribución de recursos tanto humanos como físicos.

En términos generales las Coordinaciones de Mantenimiento Mecánico y Eléctrico son los eslabones vitales dentro de la cadena productiva del A.M.B. S.A. E.S.P. y la mejora de sus procesos es una tarea necesaria para aumentar el rendimiento de la empresa.

**Figura 17. Organización del Mantenimiento en el A.M.B. S.A. E.S.P.**



#### **5.1.4 Estructura organizacional de las Coordinaciones de Mantenimiento Mecánico y Mantenimiento Eléctrico**

Las áreas de Mantenimiento Mecánico y Mantenimiento Eléctrico se encuentran identificadas dentro de la estructura organizacional de la empresa como Coordinaciones, que cuentan con un responsable y un equipo para el desarrollo de sus funciones y presentan una estructura interna que puede apreciarse en las Figuras 18 y 19.

Figura 18. Estructura Organizacional de la Coordinación de Mantenimiento Mecánico

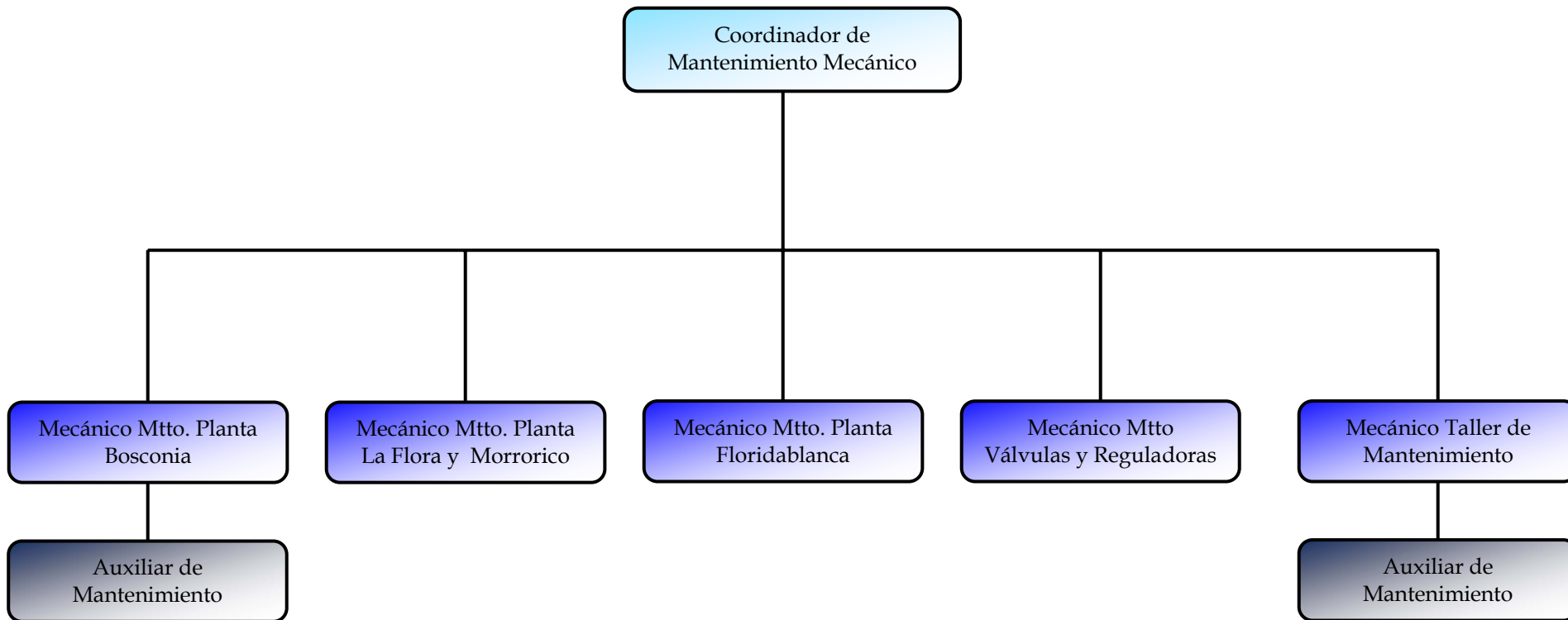
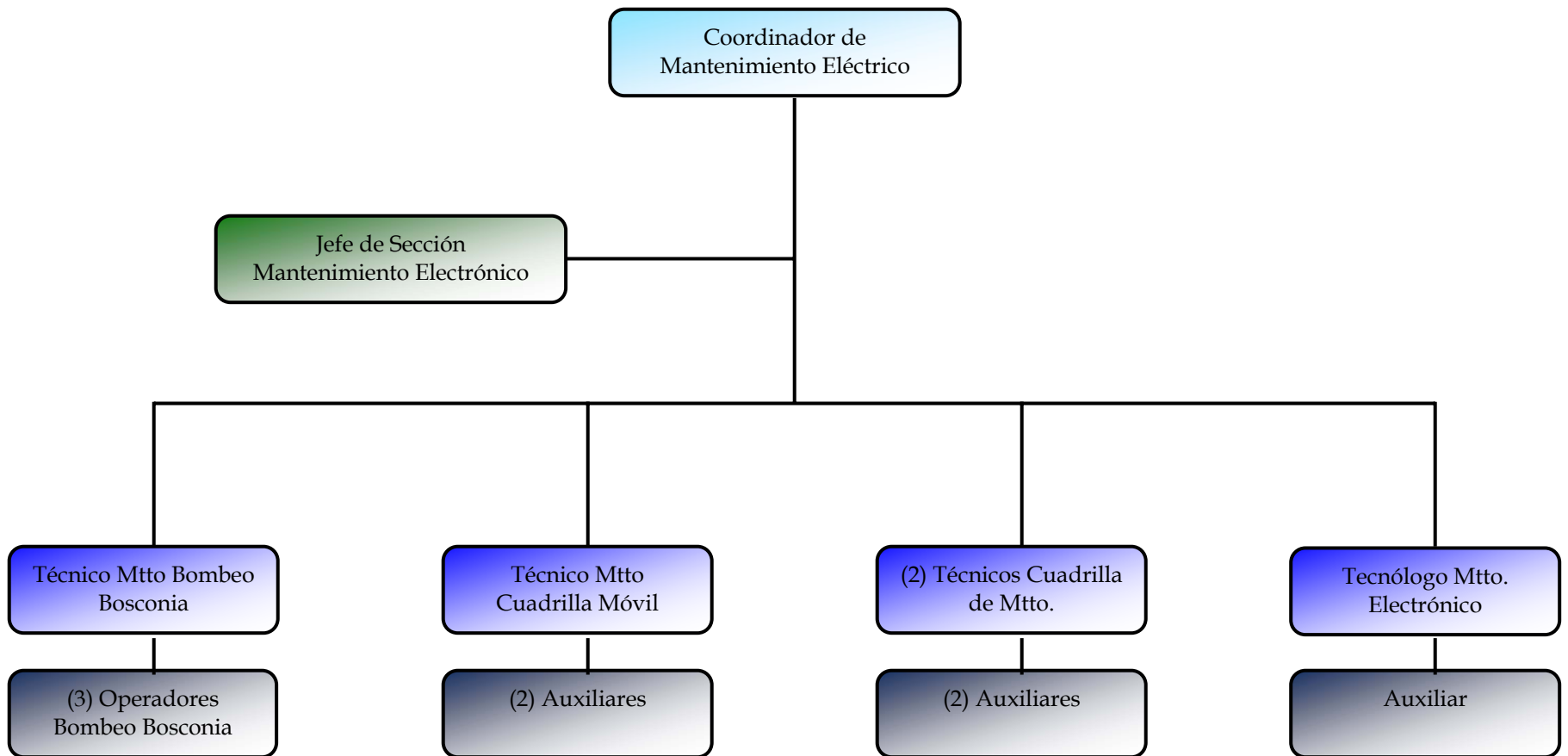


Figura 19. Estructura Organizacional de la Coordinación de Mantenimiento Eléctrico



## 5.2 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Los Coordinadores de Mantenimiento son los responsables de las funciones administrativas y operativas, se encargan de asignar las tareas de Mantenimiento, cada una de las cuales son entregadas a los Mecánicos de las plantas para que las realicen junto con los auxiliares a su cargo.

Antes de esta práctica los Coordinadores asignaban las tareas cuando una falla era inminente o cuando esta ya había ocurrido, trayendo consigo una desorganización en el mantenimiento al no contar con una planeación definida.

Debido a la renovación de los Coordinadores de Mantenimiento de la Empresa, y a este trabajo de grado, estos son mas conscientes de la función que deben desempeñar en la organización y están desarrollando una serie de inspecciones de la maquinaria con el fin de determinar estados inadecuados de los equipos para evitar imprevistos en la producción, no obstante la carga de trabajo que deben suplir, además del mal estado de algunos equipos, desvían sus propósitos e impiden la realización de sus planes.

El desarrollo de esta práctica empresarial ha sido un apoyo muy importante para el mejoramiento de la función del mantenimiento en la empresa, sin embargo es indispensable la asignación de un planeador de mantenimiento que dé continuidad al trabajo realizado.

En cuanto al registro de la información sobre las intervenciones realizadas, esto no se llevaba, algunos de los Mecánicos de Mantenimiento registraban algunas de las

tareas de Mantenimiento ejecutadas, que fueron en su mayoría correctivas, éstas eran apuntadas dentro de bitácoras (cuadernos) que ellos utilizaban a su modo para anotar estas actividades, no se desarrollaba ningún tipo de Gestión, no se contaba con las fichas técnicas de los equipos, ni se llevaba un historial de las máquinas y además no conocían con certeza los costos reales del Mantenimiento.

Dentro de los alcances de éste trabajo, se logró recopilar una serie de información muy importante para la coordinación de mantenimiento, como lo son la realización de instructivos de mantenimiento y la elaboración de las fichas técnicas de la maquinaria de las plantas de tratamiento de la empresa, además de la recolección de la información sobre los mantenimientos desarrollados, con el fin de llevar un mejor control sobre los equipos.

### **5.3 PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO**

No existía un plan de Mantenimiento definido, la mayor parte de las acciones eran correctivas. Las tareas de mantenimiento eran ejecutadas con visión reparadora de acuerdo a estimaciones propias y no por condición del equipo. La falta de este plan hacía que de algún modo se ignoraran las máquinas y solo se les prestara atención cuando estas habían fallado, lo que a su vez ocasionaba sobrecostos y opacaba la función del mantenimiento.

En esta práctica se elaboró un programa de mantenimiento para los equipos de todas las plantas de tratamiento y además de las válvulas reguladoras, bombeos y tanques del área metropolitana, obteniendo buenos resultados y disminución de las averías y roturas de tubería por causas de la sobrepresión en la red de

distribución, esta programación se hizo teniendo en cuenta las recomendaciones de los fabricantes, la experiencia de los mecánicos de mantenimiento y el estudio de documentación técnica sobre mantenimiento, además de los aportes ingenieriles de los Coordinadores de Mantenimiento de la empresa.

Otro aspecto que cabe notar es que los miembros de la Coordinación de Mantenimiento nunca se reunían, por estar en plantas diferentes y distantes, solo recibían una visita ocasional del Coordinador de Mantenimiento a su puesto de trabajo, esta práctica ha hecho que las reuniones con todos los miembros de la Coordinación de Mantenimiento sean más frecuentes, realizadas cada semana, donde se tratan aspectos de trabajo, resolución de inquietudes y comentarios técnicos con respecto a su labor, las cuales buscan mejorar las relaciones y el desempeño de sus integrantes.

#### **5.4 APOYO INFORMÁTICO**

No se manejaba ningún tipo de ayuda informática, ni programas especializados, ni bases de datos con respecto al mantenimiento de los equipos; con el avance del proyecto, se ha logrado iniciar con la creación de una base de datos de las labores de mantenimiento y especificaciones de equipos en general.

A marzo de 2005, la empresa no cuenta con un software para la administración del mantenimiento, sin embargo con este trabajo se ha hecho notar esta necesidad y se logró tener en cuenta su adquisición durante el transcurso del año 2005, estando incluido dentro del presupuesto presente de la empresa, además se estudia la

compra de un paquete CAD CAE para el diseño, simulación y análisis estructural de elementos mecánicos.

## **5.5 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA**

En la Coordinación de Mantenimiento Mecánico estaba ubicada en forma desordenada parte de la información técnica de los equipos, donde era casi imposible su localización y la única persona que la conocía era el anterior Coordinador de Mantenimiento, trayendo como consecuencia escasez de información en la resolución de problemas.

Como resultado de la práctica desarrollada, se logró organizar ésta información y ahora se puede tener un mejor acceso a ella, además se consiguió otra información de la maquinaria por medio de los proveedores y por Internet. Otro aspecto que se ha enriquecido es la biblioteca técnica del departamento, con la adquisición de libros de mantenimiento.

Las fichas técnicas de los equipos no existían, no se conocían las especificaciones técnicas de la maquinaria con que cuentan cada una de las plantas y además se desconocían los repuestos de cada una de estas máquinas, en esta práctica se elaboraron las fichas técnicas de los equipos, consignando en estas desde aspectos de funcionamiento hasta posibles proveedores de repuestos, para la elaboración de estas Fichas técnicas se hizo necesaria la compra de una cámara fotográfica digital para uso exclusivo de la Coordinación de Mantenimiento, con la cual se ha registrado además actividades importantes de mantenimiento.

## 5.6 COSTOS DE MANTENIMIENTO

El Mantenimiento nunca se ha involucrado con el control de costos y mucho menos ha manejado índices que midan su desempeño. El manejo de registros adecuados, como lo es la Orden de Trabajo, donde se detallan los costos por mano de obra, los costos por materiales y repuestos y el tiempo que involucra una actividad nunca había sido llevado y con el desarrollo de este trabajo de grado se ha empezado a llevar para incluirlo como soporte principal a la Gestión del Mantenimiento.

Los gastos son cargados a un centro de costo, en el cual no se especifica el equipo o destino de los trabajos requeridos y los costos que este involucra. No se contemplan aspectos tales como el tiempo invertido en las actividades de Mantenimiento, ni su costo real. Con la utilización de la Orden de trabajo se esta tratando estas falencias, sin embargo el acceso al valor real de los repuestos ha sido un poco difícil, debido a la “confidencialidad” de estos datos, sin embargo la Orden de trabajo contempla todos los aspectos nombrados anteriormente.

En la siguiente tabla se muestran los centros de costo del A.M.B. S.A. E.S.P. que interesan a Mantenimiento:

**Tabla 1. Centros de costo para el Mantenimiento**

<i><b>CENTROS DE COSTO</b></i>	<i><b>CODIGO</b></i>
Plantas La Flora y Morrорico	43010501
Planta Bosconia	43010502
Planta Floridablanca	43010503
Mantenimiento Mecánico	43010701
Mantenimiento Eléctrico	43010702
Redes	43010602

## **5.7 ÁREA FÍSICA PARA MANTENIMIENTO**

Mantenimiento cuenta con un área establecida dentro de cada planta, con una ubicación que permite acceder a cualquier parte de ella fácilmente en caso de una emergencia, donde se almacenan repuestos, insumos, materiales y las herramientas suficientes para su desempeño.

La empresa cuenta además con un taller de Mantenimiento principal ubicado en la Planta Morrórico para atender cualquier eventualidad que se presente en cada una de las plantas. Cada coordinador cuenta con una oficina para el desempeño de sus labores, desde donde son coordinadas las tareas del Mantenimiento.

## **5.8 SERVICIOS DE MANTENIMIENTO EXTERNO**

El Mantenimiento especializado de algunos equipos tales como equipos de laboratorio es dejado a disposición de algunas empresas en la modalidad de Prestación de Servicios, no obstante durante esta práctica se propuso la idea de instruir a los mecánicos para que conozcan del mantenimiento de éstos y otros equipos que trabajan por medio de mantenimiento externo.

## **5.9 PERSONAL DE MANTENIMIENTO**

Cada una de las plantas de tratamiento cuenta con un personal encargado de las labores necesarias de mantenimiento dentro de estas, estas personas son las responsables de que la maquinaria funcione correctamente y hacer las inspecciones rutinarias, además de cumplir con las actividades impuestas por los Coordinadores de Mantenimiento.

En el desarrollo de esta práctica se notó que la capacitación que tienen las personas encargadas del mantenimiento se basa en la experiencia propia y algunos cursos y conferencias a las cuales han asistido; el desarrollo de este proyecto de grado ha hecho posible que se intensifiquen el número de capacitaciones dictadas a los mecánicos de Mantenimiento con el fin de que aprendan aspectos más técnicos de las labores realizadas por ellos. Las conferencias de capacitación que se lograron gestionar en esta práctica, fueron dictadas por proveedores, ingenieros y los mismos mecánicos de mantenimiento, donde se trataron asuntos como aceites, materiales de ingeniería, válvulas, equipos en general y hasta sistemas de gestión de mantenimiento.

Una de las tareas adicionales que el personal de mantenimiento debe hacer para el buen funcionamiento del sistema de mantenimiento es el diligenciamiento de los formatos, elaborados en este trabajo de grado, para la recopilación de la información sobre el mantenimiento.

#### **5.10 DIAGNOSTICO DE CONDICIÓN DE EQUIPOS Y CARGA DE TRABAJO**

En este proyecto se adelantaron en su etapa inicial, los estudios que permiten determinar el estado de los equipos y sus componentes. De acuerdo a visitas que realizamos a las plantas se pudo observar que muchos de los equipos se encuentran en buenas condiciones, sin exceptuar la inminente obsolescencia de otros. Para la determinación de estas condiciones, en el transcurso de este proyecto se gestionó la compra de un termómetro láser, también se logró utilizar algunos instrumentos como lo son el equipo de alineamiento láser y el equipo de medición

de vibraciones, con los que cuenta la empresa y que eran subutilizados debido al desconocimiento en su operación.

El tiempo de servicio de cada equipo es diferente de acuerdo a su tipo, algunos tienen un periodo de operación continuo mientras que otros son utilizados ocasionalmente, esto depende de las condiciones en que se encuentre el agua captada.

### **5.11 ALMACÉN Y GESTIÓN DE REPUESTOS**

El almacén principal de repuestos tiene sus instalaciones en la Planta de Morrórico; no ha sido efectuada un estudio de acuerdo a la necesidad de mantener un inventario mínimo de repuestos para atender cualquier emergencia que se presente al interior de las Plantas, cuando eso sucede los repuestos algunas veces no están disponibles y necesitan ser pedidos a sus proveedores, lo que implica un atraso en la solución de una falla presentada, sin embargo entre las labores hechas en este trabajo, se inició con el levantamiento del inventario de repuestos físico en la planta Bosconia en la cual se maneja el inventario de repuestos más costoso de la empresa, debido a la cantidad de equipos y al bombeo que en esta planta opera.

También se gestionó la compra de estantería de tipo pesado para la organización de estos repuestos dentro de la planta debido a que los anteriores sitios de almacenamiento estaban en malas condiciones y se dificultaba el acceso a estos.

## **5.12 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL PROPUESTA PARA LA COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO.**

En el Diagnóstico de la función del Mantenimiento, se determina necesaria una remodelación de la Estructura Organizacional de la Coordinación de Mantenimiento, con el fin de conseguir un mejor desempeño en las labores y por consiguiente una sincronía en la planeación.

Para establecer este cambio se estudió detalladamente la organización actual, centrándose en las falencias de esta y en la carencia de algunas funciones necesarias para el correcto desarrollo de los planes de Mantenimiento, como lo es la falta de una persona que se encargue de la dirección general de las coordinaciones de mantenimiento para garantizar que estas cumplan con las funciones establecidas en los planes de mantenimiento y así llevar una mejor sincronía y control de las actividades, esta función puede ser desempeñada por un nuevo cargo o por la elevación del rango de alguno de los coordinadores actuales.

También lo es la necesidad de asignar un planeador de Mantenimiento y además de disponer de dos Mecánicos por planta, teniendo en cuenta aspectos de seguridad industrial, la gran cantidad de equipos con que la empresa cuenta y el número de labores de mantenimiento a desarrollar.

Las estructuras propuestas se observan en las figuras 20 y 21.

Figura 20. Estructura Organizacional Propuesta para la Coordinación de Mantenimiento Mecánico

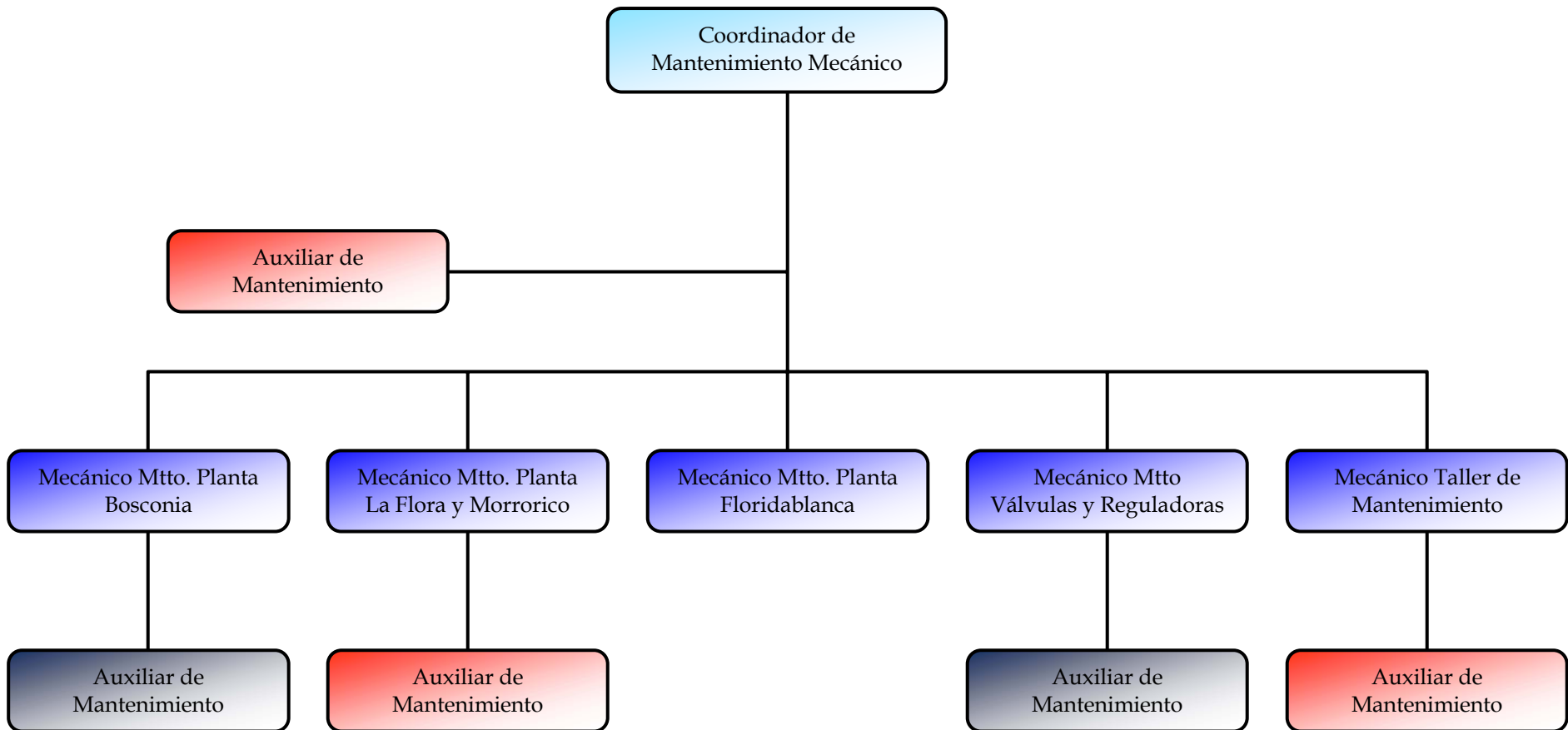
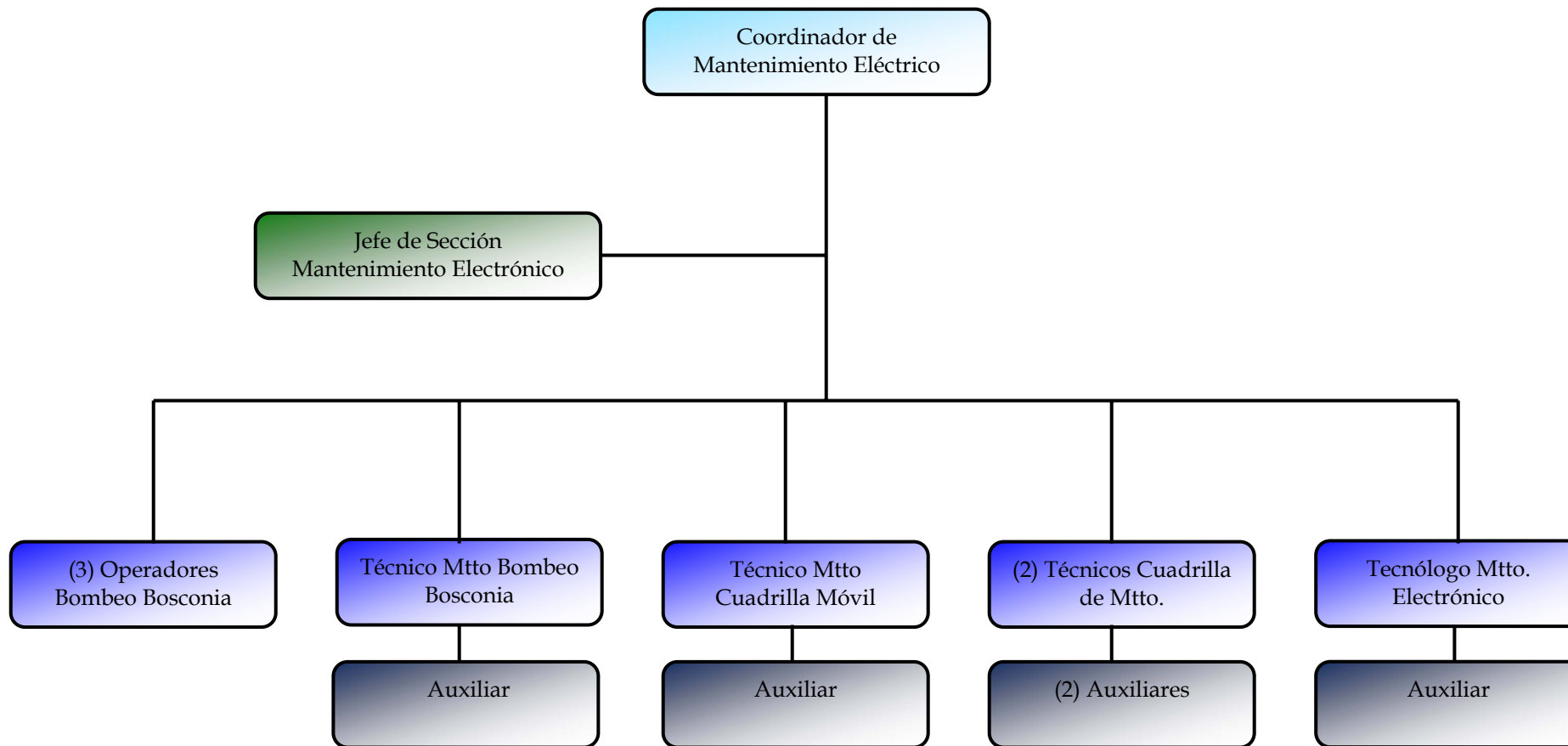


Figura 21. Estructura Organizacional Propuesta para la Coordinación de Mantenimiento Eléctrico



## 6. CODIFICACIÓN Y CRITICIDAD DE EQUIPOS

### 6.1 CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

La codificación de los equipos es una gran herramienta de control y organización de todos los elementos y labores desarrolladas, con el fin de llevar un registro completo y organizado; además permite la integración de las labores de mantenimiento con las actividades en las otras dependencias, y así obtener una administración global de la Empresa.

En este trabajo de grado, para realizar la codificación fue necesario elaborar un ordenamiento e inventario de los equipos, no se trataba de incluir toda la planta hasta el más mínimo elemento, se debió encontrar el equilibrio práctico de detalle de gestión que interesó a cada planta en particular.

Para realizar el inventario y codificación adecuados fue necesario identificar las diferentes plantas y dentro de estas, cada una de las zonas o secciones que la comprende a partir de su función dentro del proceso, y se determinó una denominación para cada uno de los equipos que allí se encontraron.

Determinada esta nomenclatura, se realizó la codificación de los equipos, caracterizándolos con dos letras que indican la planta donde se encuentra este equipo, dos letras que caracterizan la sección a la que pertenece, una letra que denomina el nombre o tipo de equipo y la secuencia con números según la cantidad de equipos de la misma especie que se encuentran en la planta.

Las secciones en las que se dividió el mantenimiento son:

**Tabla 2. Secciones de Mantenimiento**

ZONA	DENOMINACIÓN
Planta de tratamiento Bosconia	BO
Planta de tratamiento Floridablanca	FD
Planta de tratamiento La Flora	FL
Planta de tratamiento Morrórico	MO
Redes	RD
Taller	TL

Secciones en la que se dividieron las plantas, con su respectiva denominación:

**Tabla 3. Secciones de las Plantas de Tratamiento**

ZONA	DENOMINACIÓN
Captación	CT
Clarificación	CL
Desinfección	DF
Bombeo	BM
Regulación de Presión	RP
Tanques	TK

En la tabla 4. Se muestra el caracter que identifica el nombre o tipo de equipo.

De esta manera se completa el código para cada equipo, el cual distingue a cada uno ya que ningún código se repetirá. El listado de equipos con su codificación se presenta en el **Anexo A**.

**Tabla 4. Tipos de equipos**

CARACTER EQUIPO	
CODIGO	EQUIPO
A	Compuerta Radial
B	Bomba de diafragma
C	Bomba centrífuga
D	Bomba multietapa
D'	Bomba de engranajes
E	Extractor
E'	Báscula
F	Válvulas
G	Motobomba
H	Motor eléctrico
I	Instrumentación
I'	Consola neumática
J	Secador
K	Planta eléctrica
L	Compuertas
M	Unidad de arranque
N	Subestación eléctrica
O	Medidor de caudal
P	Tanque concreto
Q	Tanque metal
R	Dosificador de sulfato
R'	Dosificador de cal
S	Mezclador de sulfato
S'	Mezclador de cal
T	Floculador
U	Sedimentador
V	Filtro
W	Hipoclorador
X	Clorador
Y	Polipasto
Y'	Montacarga
Z	Compresor
Z'	Banda transportadora
Z''	Puente grúa

Un ejemplo de codificación es:

**MOCL - R1**

MO: Planta Morrórico

CL: Clarificación

R: Dosificador de sulfato

1: Consecutivo

## 6.2 CRITICIDAD DE EQUIPOS

Uno de los pasos previos más importantes realizado, antes de plantear un Sistema de Gestión de Mantenimiento propósito de este proyecto, fue la determinación de los equipos críticos para la producción a partir del análisis de sus fallos e implicaciones; esta identificación fue posible hacerla a partir del cálculo del índice de criticidad.

La criticidad<sup>1</sup> se define como la incidencia que tiene cada equipo o maquina dentro de la operación de la empresa.

Para el cálculo del índice de criticidad se tomaron diferentes criterios; a cada uno de estos se le asignó una calificación, con la cual se pudo ubicar los equipos según su grado de influencia dentro del proceso y se determinó que equipos requerían un mantenimiento más prioritario.

Los criterios para realizar este análisis de riesgos y para determinar el índice de criticidad fueron los siguientes<sup>2</sup>:

---

<sup>1</sup> **PRANDO, Raúl.** Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Montevideo: Editorial Piedra Santa S.A. 1996. p. 19

<sup>2</sup> **TORRES, Bernardo.** Análisis y Desarrollo de la Aplicación Informática para el Mantenimiento Preventivo. Valencia. 2000. p. 35-38

❖ **Criterio de la producción**

- Tasa de utilización del equipo
- Existencia de un equipo auxiliar para sustituir el equipo averiado
- Repercusión del equipo en la cadena productiva

❖ **Criterio de la calidad**

- Perdidas en la producción
- Repercusión del equipo en la seguridad industrial y medio ambiente
- Repercusión del equipo en la calidad del producto

❖ **Criterio del mantenimiento**

- Tasa de marcha
- Grado de complejidad tecnológica del equipo

Los criterios, cada uno de los aspectos que se contempla en ellos y su cuantificación, se presentan a continuación:

**6.2.1 Criterio de la producción**

**Tabla 5. Tasa de utilización del equipo**

NIVEL	CALIFICACIÓN	CARACTERISTICAS
ALTO	4	Superior al 80%
MEDIO	2	Entre el 50 y el 80%
BAJO	1	Inferior al 50%

**Tabla 6. Existencia de un equipo auxiliar para sustituir el equipo averiado**

NIVEL	CALIFICACIÓN	CARACTERISTICAS
ALTO	5	Sin posibilidad
MEDIO	3	Posibilidad de acceder al stock
BAJO	1	Existencia del duplicado

**Tabla 7. Repercusión del equipo en la cadena productiva**

NIVEL	CALIFICACIÓN	CARACTERISTICAS
ALTO	5	Influencia total
MEDIO	3	Influencia relativa
BAJO	1	Influencia nula

## 6.2.2 Criterio de la calidad

**Tabla 8. Pérdidas en la producción**

NIVEL	CALIFICACIÓN	CARACTERISTICAS
ALTO	4	Mayor a \$3000 (hora)
MEDIO	2	Entre \$1500 y \$3000 (hora)
BAJO	1	Menor a \$1500 (hora)

**Tabla 9. Repercusión del equipo en la seguridad y el medio ambiente**

NIVEL	CALIFICACIÓN	CARACTERISTICAS
ALTO	5	Riesgo fatal
MEDIO	3	Riesgo relativo
BAJO	1	Sin riesgo

**Tabla 10. Repercusión del equipo en la calidad del producto**

NIVEL	CALIFICACIÓN	CARACTERISTICAS
ALTO	5	Muy importante
MEDIO	3	Relativamente importante
BAJO	1	Sin influencia

### 6.2.3 Criterio del mantenimiento

**Tabla 11. Tasa de marcha (funcionamiento)**

NIVEL	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
ALTO	4	En servicio todo el turno
MEDIO	2	En servicio por lo menos una vez al día
BAJO	1	En servicio cada $n$ días

**Tabla 12. Grado de complejidad tecnológica del equipo**

NIVEL	CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
ALTO	4	Sistemas electrónicos o computarizados de control
MEDIO	2	Sistemas mecánicos de precisión y varios motores
BAJO	1	Mecánicamente simples sin ningún sistema de precisión

Teniendo claros cada uno de los criterios y aspectos a evaluar, así como su calificación, se planteó una matriz para cada equipo, donde se calculó su índice de criticidad.

**Tabla 13. Cálculo del índice de criticidad**

EQUIPO: BOCL-T6 FLOCULADOR 6	
CRITERIO	CALIFICACIÓN
Tasa de utilización del equipo	4
Existencia de un equipo para sustituir el equipo averiado	1
Repercusión del equipo en la cadena productiva	5
Pérdidas en la producción	4
Repercusión del equipo en la seguridad y medio ambiente	3
Repercusión del equipo en la calidad del producto	5
Tasa de marcha	4
Grado de complejidad tecnológica del equipo	2
<b>TOTAL / Calificación máxima de 36</b>	<b>28</b>

Los equipos según su criticidad fueron clasificados en tres grupos:

- ❖ Índice mayor a 25 puntos: equipos críticos, para los cuales se dispondrá un plan programado de mantenimiento.
- ❖ Índice entre 15 y 25 puntos: equipos que en un determinado momento pueden llegar a ser críticos (importantes), los cuales se podrán someter a un mantenimiento correctivo.
- ❖ Índice menor a 15 puntos: equipos poco importantes en el proceso, que pueden ser sometidos a un mantenimiento correctivo.

En el **Anexo B**, se muestra cada equipo con el índice de criticidad calculado según criterios mencionados anteriormente. Los resultados obtenidos son índices de criticidad que oscilan entre 15 y 30 puntos, correspondientes a equipos críticos y equipos propensos a convertirse en críticos y que deben integrarse dentro de un Plan Programado de Mantenimiento.

El índice de criticidad no es tan alto debido a que el proceso dentro de las Plantas de Tratamiento cuenta con equipos auxiliares, sin embargo se debe tener cuidado con estos equipos debido a la exigencia de la calidad del producto final ya que es de consumo humano y de primera necesidad, además que son equipos que podrían trabajar en jornada continua durante el transcurso de todo el año, por estas razones se concluyó que todos los equipos se integrarían al programa de mantenimiento.

## **7. DOCUMENTACIÓN BÁSICA PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Una excelente gestión del mantenimiento solo puede ser posible con un excelente Sistema de información que lo apoye, porque además de asegurar el dato preciso en el instante oportuno, es fuente para el análisis estadístico y obtención de los indicadores de gestión y costos del sistema de mantenimiento; facilita la presentación de informes y contribuye al control continuo de las posibles desviaciones de los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento<sup>3</sup>.

### **7.1 DISEÑO DE LA DOCUMENTACIÓN PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN**

Existen elementos suficientes para diseñar los formatos que permiten una recolección de datos fiable, un manejo y evaluación de la información efectivo y un respaldo a toda la gestión del programa de mantenimiento.

Los aspectos que se tuvieron en cuenta en la elaboración de los formatos de mantenimiento a implementar en este trabajo de grado son: Aspecto técnico, Aspecto de costos y Gestión.

A continuación se establecen los documentos diseñados e implementados en este proyecto, considerando los aspectos ya mencionados:

---

<sup>3</sup> GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga, 2001.. cap. 4.

**Tabla 14. Documentación para el Programa de Mantenimiento**

ASPECTO	DOCUMENTO
<i>ASPECTO TÉCNICO</i>	Ficha técnica
	Inspección de equipos
	Lubricación de equipos
<i>ASPECTO DE COSTOS</i>	Orden de trabajo
	Tarjeta de costos
<i>GESTIÓN</i>	Lubricación de equipos
	Orden de trabajo
	Historia de mantenimiento por equipo (hoja de vida)
	Inspección de equipos

### 7.1.1 Ficha técnica de equipos

Es el documento informativo básico y fundamental del equipo, resume sus características originales y datos operativos. Los datos consignados en esta son:

#### ❖ Datos de control de la empresa

- Nombre del documento
- Código de identificación del documento
- Sección a la cual pertenece el documento
- Nombre del equipo
- Código del equipo

#### ❖ Datos del equipo

- Nombre
- Marca
- Fabricante
- Modelo

- Número de serie
- Tipo
- Ubicación dentro de la planta
- Fotografía del equipo

❖ **Datos del proveedor**

- Nombre
- Datos generales

❖ **Detalles de funcionamiento**

- Elementos asociados
- Características

❖ **Listado de partes**

- Descripción
- Referencia
- Cantidad
- Marca
- Observaciones

En el **Anexo C**, se presenta la ficha técnica diseñada, que fue diligenciada para todos los equipos de las plantas (se puede observar un formato diligenciado para un equipo en dicho anexo).

### **7.1.2 Inspección de equipos**

En este documento se detallan las actividades mecánicas y eléctricas a realizar a cada uno de los equipos con el objetivo de detectar estados o condiciones

inadecuados que deben ser restaurados, así como requerimientos de servicio y operación que garantizan el buen funcionamiento.

En un programa de mantenimiento es de vital importancia la inspección de los equipos. Con esta se analiza el estado actual de los componentes para poder determinar las acciones a tomar.

#### ❖ **Contenido**

- Número de inspección
- Nombre, código y ubicación del equipo
- Fecha
- Tipo de inspección: mecánica, eléctrica o electrónica
- Descripción de la inspección o punto de chequeo
- Observaciones
- Estado de la inspección: bueno, aceptable, irregular
- Responsables

En el **Anexo I**, se presenta el formato de inspección de equipos diseñado, el cual es diligenciado según la necesidad de inspección de equipos en las Plantas y para el registro de inspecciones importantes que han sido programadas con anterioridad.

### **7.1.3 Lubricación de equipos**

En este documento se detalla la programación de actividades de lubricación a realizar por equipo, con el objetivo de prevenir cualquier tipo de falla por lubricante y aumentar la vida útil de los equipos.

#### ❖ **Contenido**

- Nombre, código y ubicación del equipo
- Fecha de inicio
- Tipo de lubricante a utilizar
- Parte a lubricar
- Frecuencia de la actividad
- Fechas de realización y chequeo
- Responsables

En el **Anexo J**, se presenta el formato de lubricación de equipos diseñado, y que es diligenciado para los equipos de las Plantas de tratamiento, para su respectiva programación.

#### **7.1.4 Solicitud de servicio**

Es la base para el trabajo de planeación y programación; es el resultado de una inspección o falla observada.

La solicitud de servicio puede ser solicitada por los empleados de la empresa, incluido mantenimiento, en este último caso son provenientes de las inspecciones o rondas realizadas por el personal y los programas sistemáticos. Cada solicitud debe ser aprobada por el coordinador de mantenimiento.

#### ❖ **Contenido**

- Nombre, código y ubicación del equipo objeto de mantenimiento
- Tipo de daño: mecánico, eléctrico, electrónico u otro

- Descripción de la observación realizada o fallo presentado
- Grado de prioridad: urgente, necesario, normal
- Sugerencia de lo que se debe hacer
- Estado deseado
- Observaciones del Jefe de mantenimiento
- Fecha de emisión
- Fecha de cumplimiento
- Solicitante
- Quien aprueba

En el **Anexo D**, se presenta el formato de solicitud de servicio diseñado, el cual es diligenciado por cualquier departamento de la empresa.

### **7.1.5 Orden de trabajo**

Es el documento más importante del programa de mantenimiento, ya que es el origen de cada actividad. Permite recopilar toda la información que se obtiene como consecuencia de las intervenciones.

Es la fuente de información para los registros históricos, es un documento que contiene información básica de tiempos, actividad, equipo, horas hombre y materiales.

La orden de trabajo es originada por la solicitud de servicio o por la emisión, según el programa de mantenimiento.

#### **❖ Contenido**

- Nombre, código y ubicación del equipo a intervenir

- Tipo de mantenimiento
- Informe de repuestos
- Personal responsable
- Fecha
- Descripción del trabajo realizado
- Horas hombre
- Observaciones

En el **Anexo E**, se presenta el formato de orden de trabajo diseñado, el cual se elaboró considerando la posibilidad de consignar varias actividades en un solo formato, debido a la dificultad en la distribución de estos, a la cantidad de actividades a realizar y con el fin de minimizar papeleo. Este formato es diligenciado por el jefe de mantenimiento luego de analizar las actividades pendientes y las tareas programadas de mantenimiento.

#### **7.1.6 Tarjeta de costos**

La información que aquí se incluye, corresponde a los costos por mantenimiento que genera cada planta en cada intervención que se realiza, los costos que aquí se consignan son tanto por mano de obra como por repuestos, así se podrá llevar un control adecuado.

##### **❖ Contenido**

- Planta
- Fecha
- Número de tarjeta
- Centro de costos
- Datos del equipo

- Actividad relacionada
- Costos por mano de obra y alimentación
- Costos de materiales y repuestos
- Contratación externa
- Costo total

En el **Anexo G**, se presenta el formato de tarjeta de costos diseñada.

### **7.1.7 Historia de mantenimiento por equipos**

Aquí consignamos toda la información detallada y organizada cronológicamente de cada intervención de mantenimiento realizada a un equipo y a sus componentes.

#### **❖ Contenido**

- Nombre de equipo, código y ubicación
- Tipo de mantenimiento
- Tiempo de ejecución
- Fecha de realización del trabajo
- Descripción del trabajo realizado
- Detalle de repuestos y materiales
- Responsable de la ejecución

En el **Anexo F**, se presenta el formato de historia de mantenimiento diseñado, que es diligenciado para los equipos de las Plantas de tratamiento.

## 7.2 ANÁLISIS Y UTILIDAD DE LA INFORMACIÓN PROCESADA EN EL MANTENIMIENTO

La utilización de la información en el mantenimiento es la clave para su buen desempeño. En esta práctica se definió como debe ser el manejo de la documentación diseñada, precisando que la persona que tramita y archiva la información es el planeador de mantenimiento, quien la revisa es el coordinador de mantenimiento y quienes la registran son el mecánico de mantenimiento y el operador de planta, exceptuando la solicitud de servicios que puede ser registrada por cualquier personal de la empresa.

El análisis de la información recolectada permite medir los siguientes aspectos:

- ❖ Costos de mantenimiento por periodos, discriminados en mano de obra directa e indirecta, materiales clasificados por equipos, secciones y plantas.
- ❖ Tiempos de parada por mantenimiento y tiempo de disponibilidad de equipos.

Con base en lo anterior:

- ❖ Se identifican los equipos con mayores costos de mantenimiento y con tiempos de parada más largos.
- ❖ Se verifica la evolución del programa de mantenimiento.

Esto garantiza poseer suficiente información para la generación de informes a la gerencia y el respaldo para sustentar los recursos requeridos para llevar a cabo la gestión del mantenimiento.

Al término de esta práctica se contribuyó con el registro y análisis de la información recopilada en su etapa inicial y se dejaron precedentes en la utilización de esta información.

## **8. POLÍTICA Y FUNCIONES DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DEL AMB S.A. E.S.P.**

La implementación de un Sistema de Mantenimiento exige una organización de la Coordinación de mantenimiento, en la cual se pueda enmarcar toda la gestión de los trabajos y responsabilidades propias de este departamento; en este capítulo se desarrolla toda la estructuración funcional y conceptual, definida en este proyecto, sobre la cual se basará el desempeño de la gestión del mantenimiento, adecuándose a la estructura organizacional de la empresa.

Con el fin de direccionar la función de la coordinación de mantenimiento, con la elaboración de esta práctica, se concretó la política del mantenimiento que esta coordinación adoptaría, definiéndose la misión, visión y objetivos, pilares de este departamento. Todo esto se hizo debido a que la empresa no contaba con una política de mantenimiento definida.

### **8.1 POLITICA**

La política del mantenimiento está orientada en la búsqueda de los objetivos de eficiencia y eficacia de los equipos e instalaciones, como resultado de una gestión humana persistente y ambiciosa que se mueve armónicamente en todos los niveles, el estratégico, el de las operaciones, el del conocimiento, el de los sistemas y en el del control.

### **8.1.1 Misión**

Garantizar la disponibilidad y eficacia requerida de los equipos e instalaciones, asegurando la duración de su vida útil y minimizando los costos de mantenimiento, dentro del marco de la seguridad y el medio ambiente, y así apoyar a la empresa en la búsqueda y en el manejo de altos estándares de calidad en sus productos y servicios.

### **8.1.2 Visión**

La Coordinación de mantenimiento mantendrá, desarrollará y perfeccionará sistemas y procedimientos de planeación, ejecución y evaluación de todas y cada una de sus actividades, logrando mantener los equipos en el punto de máxima efectividad operativa.

### **8.1.3 Objetivos**

El área de mantenimiento enfoca su trabajo a:

- ❖ Mantener las instalaciones, aumentar la disponibilidad de las máquinas y equipos y atender en el menor tiempo posible cualquier tipo de falla o avería que se presente, para permitir el normal funcionamiento de la producción y propender por el aumento de esta.
  
- ❖ Minimizar el tiempo muerto en producción imputable a mantenimiento.

- ❖ Reducir al mínimo los costos de mantenimiento, disminuir los fallos inesperados (reparaciones de emergencia), alargar la vida útil de los equipos y manejar el inventario de repuestos necesario para garantizar la disponibilidad y mantenibilidad de los mismos.
- ❖ Manejar e implementar los requerimientos de control que permitan garantizar un perfecto funcionamiento de los equipos.

## **8.2 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL AREA DEL MANTENIMIENTO EN EL AMB S.A. E.S.P.**

Para lograr que la labor de la Coordinación de Mantenimiento sea efectiva, fue de suma importancia redefinir sus funciones y responsabilidades dentro de la empresa.

La descripción de los cargos que se plantearon con la elaboración de este proyecto son:

### **8.2.1 Gerente de Operaciones**

Titulo del cargo:	Gerente de operaciones
Responsabilidad:	Administrativa.
Departamento:	Gerencia de operaciones

La misión general del cargo es, planear, desarrollar, administrar y dirigir de manera efectiva los proyectos necesarios para el mejoramiento en el aspecto operativo de la empresa.

### **8.2.2 Coordinador de Mantenimiento**

Titulo del cargo:	Coordinador de mantenimiento.
Responsabilidad:	Administrativa.
Departamento:	Coordinación de Mantenimiento.

La misión general del cargo es, diseñar, programar y dirigir las labores de mantenimiento de la maquinaria, equipos e instalaciones de la compañía, orientando al personal de mantenimiento.

### **8.2.3 Mecánico de Mantenimiento**

Titulo del cargo:	Mecánico de mantenimiento.
Responsabilidad:	Mantenimiento.
Departamento:	Coordinación de mantenimiento.

La misión general del cargo es, realizar las tareas programadas de mantenimiento y prestar de manera rápida, oportuna y eficiente un apoyo mecánico, eléctrico o electrónico a las máquinas cuando se presenten estados inadecuados que afecten la producción, brindando las mejores soluciones en cada una de las instancias.

### **8.2.4 Auxiliar de Mantenimiento**

Titulo del cargo:	Auxiliar de mantenimiento.
Responsabilidad:	Mantenimiento.
Departamento:	Coordinación de Mantenimiento.

La misión general del cargo es, apoyar a los mecánicos de mantenimiento en las labores programadas y estar disponibles a las necesidades de mantenimiento de las plantas.

## 9. INDICADORES DE GESTIÓN

La administración o la gerencia, se debe entender como el logro de objetivos, optimizando recursos. Se entiende por eficacia el logro de los objetivos y por eficiencia la racionalización de los recursos. El concepto de gestión se entiende entonces, como el logro de los objetivos y la optimización de los recursos.

Los Indicadores de Gestión, como herramienta de evaluación, facilitan a la administración mejorar el desempeño, mediante la aplicación de sistemas de evaluación que nos permiten verificar logros, resultados y uso de recursos<sup>4</sup>.

En esta práctica se dejaron bases para el cálculo de los indicadores planteados a continuación, ya que para hacer este cálculo es necesario contar con un historial de información considerable.

La información para el cálculo de los indicadores podrá ser fácilmente extraída de la documentación de mantenimiento diseñada, como lo es la orden de trabajo, la historia de mantenimiento u hoja de vida de equipos y el documento de inspección de equipos.

## 9.1 INDICES PARA LA GESTIÓN OPERATIVA DEL MANTENIMIENTO

La gestión operativa de mantenimiento consta de las actividades técnicas y operativas, de las cuales, la coordinación de mantenimiento es responsable, y que repercuten en el buen funcionamiento de la infraestructura técnica necesaria para el desempeño de la actividad productiva de la empresa. Este aspecto será medido bajo tres índices que se definieron y caracterizaron en esta práctica y se muestran a continuación.

### 9.1.1 Confiabilidad

La confiabilidad puede definirse como la probabilidad de que un equipo no falle en servicio durante un período de tiempo dado. El tiempo promedio entre fallas (TPEF) es un indicativo de la confiabilidad; entre más alto sea el TPEF, mayor es la confiabilidad<sup>5</sup>.

$$C = \frac{\text{tiempo de operacion del equipo}}{\text{numero de fallas}}$$

### 9.1.2 Mantenibilidad

La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un período de tiempo dado, cuando el mantenimiento es efectuado de acuerdo con unos procedimientos preestablecidos. Significa también la probabilidad de que un equipo que ha

---

<sup>4</sup> DOMINGUEZ, Gerardo. Indicadores de Gestión y Resultados. Biblioteca Jurídica Dike. Cuarta Edición 2002.

<sup>5</sup> GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga, 2001. p. 1

fallado, pueda ser reparado en un período de tiempo dado, este tiempo no es otro que el tiempo promedio para reparar (TPPR).

$$M = \frac{\sum \text{tiempo fuera de servicio}}{\text{numero de fallas intervenidas}}$$

### 9.1.3 Disponibilidad

La disponibilidad de un equipo es el tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que estando en receso, puede trabajar sin contratiempos durante un período. El objetivo más importante del mantenimiento científico es lograr la máxima disponibilidad de todos los equipos.

Para el cálculo de la disponibilidad es necesario definir los siguientes términos:

- ❖ **TBD:** Tiempo bruto disponible. Tiempo total del periodo de evaluación.
- ❖ **TPP:** Tiempo de paradas programadas.
- ❖ **TOP:** Tiempo de Operación Programado. **TOP = TBD - TPP.**
- ❖ **TFS:** Tiempo Fuera de Servicio por paradas no programadas.

$$D = \frac{TOP - TFS}{TOP}$$

La disponibilidad depende de la confiabilidad y de la mantenibilidad. Tener como objetivo una alta disponibilidad, significa reducir al máximo el número de paradas para obtener una operación exitosa, económica y rentable.

En la mayoría de los casos, un mejoramiento de la confiabilidad y de la mantenibilidad, lleva asociado una mayor inversión inicial, pero resultará una mayor disponibilidad del equipo a lo largo de su vida útil y como consecuencia, un menor costo neto total del ciclo de vida.

## 10. CONCLUSIONES

- ❖ Es de suma importancia reafirmar los conceptos por parte de los estudiantes de Ingeniería Mecánica, con el desarrollo de prácticas empresariales, las cuales enriquecen los conocimientos técnicos y afianzan los teóricos, con el objeto de afrontar con mayor criterio los problemas que se presentan en la industria.
- ❖ Es indispensable generar proyectos UNIVERSIDAD - INDUSTRIA como un convenio de mutuo beneficio que permite al estudiante interactuar con el sector industrial para la resolución de un problema específico.
- ❖ Se diseñó un sistema de mantenimiento de la maquinaria y equipos de las plantas de tratamiento que se adapta a la infraestructura organizacional y física del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. de acuerdo a lo planteado en los objetivos de este proyecto.
- ❖ Se realizó el diagnóstico de la función del mantenimiento en la empresa, se analizaron las falencias y se aportaron criterios para la solución de estas, con el fin de encontrar el mejor desempeño y sincronía de las labores de mantenimiento.
- ❖ Se realizó el inventario y codificación de la maquinaria y equipos de las distintas secciones de las plantas de tratamiento y su respectiva marcación e identificación, siendo esta de fácil interpretación para el personal de la empresa.

❖ Además de identificar los equipos de las plantas de tratamiento, se hizo el inventario y codificación de los tanques, bombeos y estaciones de regulación de presión, distribuidos en el área metropolitana de Bucaramanga.

❖ Se desarrolló e implementó un sistema de información de mantenimiento, con el diseño y estructuración de formatos que se adaptan a las necesidades de la empresa, fáciles de diligenciar y que permiten evaluar la gestión de mantenimiento.

❖ Se concretó la política de mantenimiento que la empresa adoptaría, quedando enmarcada dentro de esta, la misión, visión y objetivos de la Coordinación de Mantenimiento.

❖ Se planteó una estructura organizacional del Mantenimiento definiendo los procedimientos y funciones de cada integrante, con el fin de lograr el mejor desempeño en las actividades del Mantenimiento y así mejorar la eficiencia del proceso.

❖ El sistema de mantenimiento se enfocó hacia lo preventivo, lo cual es el primer paso para lograr optimizar los procesos del mantenimiento, permitir minimizar el tiempo muerto en producción debido a las tareas de mantenimiento, elevar la vida útil, rendimiento, disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria y equipos de la empresa, reducir los costos por mantenimiento y por tanto producir con un alto nivel de calidad con un mayor control sobre los costos de producción.

## 11. RECOMENDACIONES

- ❖ Al sistema de mantenimiento implementado debe dársele continuidad, con la elaboración de otras prácticas universitarias, con el propósito de alcanzar los objetivos planteados y así poder obtener un mejor resultado en la gestión.
  
- ❖ La compañía debe reformar la estructura organizacional de las coordinaciones de mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico, con el fin de encontrar la distribución óptima que permita alcanzar el mejor desempeño de las labores de mantenimiento y por ende lograr los índices de calidad y eficiencia trazados.
  
- ❖ Es indispensable llevar un correcto registro y organización de la información del mantenimiento acorde a lo propuesto en esta práctica, para el posterior análisis y evaluación del programa y la toma de medidas oportunas para un mejor funcionamiento del mismo.
  
- ❖ Se debe tener conciencia de la importancia de la fiabilidad de la información procesada en el mantenimiento, ya que muchas veces allí se encuentran los datos necesarios para la resolución oportuna de fallas y ejecución del mantenimiento.
  
- ❖ Es necesaria la integración del área de compras y adquisiciones con el área de mantenimiento de la empresa, generando una mejor comunicación con el

almacén de repuestos y ejercer un adecuado control de la obtención y entrega oportuna de los mismos en las Plantas de tratamiento.

❖ Se recomienda darse más funcionabilidad a los equipos para control de condición, como el analizador de vibraciones, el alineador de ejes láser y los termómetros digitales con que la coordinación cuenta, ya que estos ayudan a hacer una evaluación objetiva del estado de los equipos y por lo tanto definir las acciones de mantenimiento a seguir.

❖ Para llevar a cabo una administración más eficiente de la gestión de mantenimiento, se debe implementar una herramienta informática especializada o un software de mantenimiento.

## BIBLIOGRAFÍA

**ARTEAGA, Rafael. QUINTERO, Miller y RODRÍGUEZ, Jesús.** Modelo para la Administración del Mantenimiento en la Empresa Pollosan LTDA. Bucaramanga, 2000. 231p. Monografía (Especialista en gerencia de mantenimiento). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

**DIXON, Daffuaa.** Sistemas de Mantenimiento. México: Limusa, 2000.

**GONZÁLEZ, Carlos Ramón.** Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga: 2001. Publicaciones Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

**GUTIERREZ, Alfonso y ORDOÑEZ, Jorge.** Sistema de información para mantenimiento preventivo. Bucaramanga. 1980. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

**MORA, Orlando. PABON, José Manuel y VELANDIA, Richard.** Programa de mantenimiento preventivo en una planta de evisceración automática. Bucaramanga. 1998. 136p. Monografía (Especialista en gerencia de mantenimiento). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

**ÑAÑEZ ORTEGA, Martín Audelo.** Organización y Sistematización del Departamento de Mantenimiento en la Planta de Solla S.A. Bucaramanga, 1999. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

**PRANDO, Raúl.** Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida. Montevideo: Piedra Santa, 1996.

**TORRES, Bernardo.** Análisis y Desarrollo de la Aplicación Informática para el Mantenimiento Preventivo. Valencia: Alfaomega, 2000.

**VARGAS CORTES, Diego.** Programa de mantenimiento Preventivo para el Frigorífico Vijagual S.A. Bucaramanga, 2003. 200p. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

**DOMINGUEZ, Gerardo.** Indicadores de Gestión y Resultados. Biblioteca Jurídica Dike. Cuarta Edición 2002.

**TARAZONA, Pedro y GÓMEZ, Iván.** Programa de Mantenimiento Preventivo para la Planta de Beneficio de la Empresa Avidesa Mac Pollo S.A. Bucaramanga. 2004. Tesis de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

## Anexo A. Codificación de Equipos

PLANTA BOSCONIA			
CODIGO	EQUIPO	CODIGO	EQUIPO
BOCT-A1	COMPUERTA DE CAPTACION 1	BOCL-Y'1	MONTACARGA DE SULFATO
BOCT-A2	COMPUERTA DE CAPTACION 2	BOCL-Y'2	MONTACARGA DE CAL
BOCT-A3	COMPUERTA DE CAPTACION 3	BOCL-Z1	COMPRESOR 1
BOCT-K1	PLANTA ELECTRICA CAPTACION	BOCL-Z2	COMPRESOR 2
BOCL-R1	DOSIFICADOR DE SULFATO 1	BOCL-J1	SECADOR DE AIRE 1
BOCL-R2	DOSIFICADOR DE SULFATO 2	BOCL-J2	SECADOR DE AIRE 2
BOCL-B1	BOMBA DOSIFICADORA 1	BODF-C9	BOMBA DE MUESTRAS 1
BOCL-S7	MEZCLADOR DE SULFATO 7	BODF-C10	BOMBA DE MUESTRAS 2
BOCL-C1	BOMBA PRESEDIMENTADORES	BODF-C11	BOMBA DE MUESTRAS 3
BODF-C2	BOMBA CENTRIFUGA 1	BOCL-T1	FLOCULADOR 1
BODF-C3	BOMBA CENTRIFUGA 2	BOCL-T2	FLOCULADOR 2
BODF-C4	BOMBA CENTRIFUGA 3	BOCL-T3	FLOCULADOR 3
BODF-C5	BOMBA CENTRIFUGA 4	BOCL-T4	FLOCULADOR 4
BODF-C6	BOMBA CENTRIFUGA 5	BOCL-T5	FLOCULADOR 5
BODF-C7	BOMBA STAND-BY 1	BOCL-T6	FLOCULADOR 6
BODF-C8	BOMBA STAND-BY 2	BOCL-T7	FLOCULADOR 7
BODF-Y1	POLIPASTO CLORO 1	BOCL-T8	FLOCULADOR 8
BODF-Y2	POLIPASTO CLORO 2	BOCL-T9	FLOCULADOR 9
BOCL-R'1	DOSIFICADOR DE CAL 1	BOCL-T10	FLOCULADOR 10
BOCL-R'2	DOSIFICADOR DE CAL 2	BOCL-T11	FLOCULADOR 11
BOCL-R3	DOSIFICADOR DE SULFATO 3	BOCL-T12	FLOCULADOR 12
BOCL-R4	DOSIFICADOR DE SULFATO 4	BOCL-T13	FLOCULADOR 13
BOCL-B2	BOMBA DOSIFICADORA 2	BOCL-T14	FLOCULADOR 14
BOCL-B3	BOMBA DOSIFICADORA 3	BOCL-T15	FLOCULADOR 15
BOCL-B4	BOMBA DOSIFICADORA 4	BOCL-T16	FLOCULADOR 16
BOCL-B5	BOMBA DOSIFICADORA 5	BOCL-G2	MOTOBOMBA DE LAVADO 1
BOCL-B6	BOMBA DOSIFICADORA 6	BOCL-G3	MOTOBOMBA DE LAVADO 2
BOCL-B7	BOMBA DOSIFICADORA 7	BOBM-Z3	COMPRESOR 3
BODF-X1	CLORADOR 1	BOBM-Z4	COMPRESOR 4
BODF-X2	CLORADOR 2	BOBM-Z5	COMPRESOR 5
BODF-E1	EXTRACTOR CLORACION	BOBM-Z6	COMPRESOR STAND BY 6
BOCL-G1	HIDROLAVADORA	BOCL-Z7	PLANTA ELECTRICA TRATAMIENTO
BOCL-S'1	MEZCLADOR DE CAL	BOBM-K3	PLANTA ELECTRICA BOMBEO
BOCL-S1	MEZCLADOR DE SULFATO 1	BOBM-D1	BOMBA PRINCIPAL 1
BOCL-S2	MEZCLADOR DE SULFATO 2	BOBM-D2	BOMBA PRINCIPAL 2
BOCL-S3	MEZCLADOR DE SULFATO 3	BOBM-D3	BOMBA PRINCIPAL 3
BOCL-S4	MEZCLADOR DE SULFATO 4	BOBM-D4	BOMBA PRINCIPAL 4
BOCL-S5	MEZCLADOR DE SULFATO 5	BOBM-D5	BOMBA PRELLENADO
BOCL-S6	MEZCLADOR DE SULFATO 6	BOBM-C12	BOMBA REFRIGERACION 1
BOCL-Z'1	BANDA TRANSPORTADORA	BOBM-C13	BOMBA REFRIGERACION 2
BOBM-Z"1	PUENTE GRUA		

PLANTA LA FLORA			
CODIGO	EQUIPO	CODIGO	EQUIPO
FLCL-R'1	DOSIFICADOR DE CAL 1	FLCL-I'1	CONSOLA FILTROS 1-2
FLCL-R'2	DOSIFICADOR DE CAL 2	FLCL-I'2	CONSOLA FILTROS 3-4
FLCL-E'3	BASCULA DE CAL	FLCL-I'3	CONSOLA FILTROS 5-6
FLCL-Y'1	MONTACARGAS CAL	FLCL-I'4	CONSOLA FILTROS 7-8
FLCL-S'1	MEZCLADOR DE CAL	FLCL-I'5	CONSOLA FILTRO 9
FLCL-E1	EXTRACTOR	FLDF-X1	CLORADOR1
FLCL-Z1	COMPRESOR 1	FLDF-X2	CLORADOR2
FLCL-Z2	COMPRESOR 2	FLDF-X3	CLORADOR3
FLCL-Z3	COMPRESOR 3	FLDF-C8	BOMBA CLORADORES
FLCL-J1	SECADOR 1	FLDF-Y1	ELEVADOR CLORO
FLCL-J2	SECADOR 2	FLDF-E'1	BASCULA 1 CLORO
FLCL-J3	SECADOR 3	FLDF-E'2	BASCULA 2 CLORO
FLBM-C1	BOMBA 1 MIRAFLORES	FLCL-K1	PLANTA ELECTRICA
FLBM-C2	BOMBA 2 MIRAFLORES	FLCL-H1	MOTOR STAND BY COMP
FLBM-C3	BOMBA 3 LAVADO	FLCL-T3	REDUCTOR STAN BY FLO
FLBM-C4	BOMBA 4 LAVADO	FLDF-C7	BOMBA MUESTRAS
FLBM-C5	BOMBA 5 SANLUIS	FLCL-T1	FLOCULADOR 1
FLBM-C6	BOMBA 6 SANLUIS	FLCL-T2	FLOCULADOR 2
FLCL-G1	MOTOBOMBA FILTROS		

PLANTA FLORIDABLANCA			
CODIGO	EQUIPO	CODIGO	EQUIPO
FDCL-K1	PLANTA ELECTRICA	FDCL-J2	SECADOR DE AIRE 2
FDCL-B1	BOMBA DOSIFICADORA 1	FDCL-J3	SECADOR DE AIRE 3
FDCL-R1	DOSIFICADOR DE SULFATO 1	FDCL-G1	MOTOBOMBA DE LAVADO
FDCL-R2	DOSIFICADOR DE SULFATO 2	FDCL-G2	HIDROLAVADORA
FDCL-R'1	DOSIFICADOR DE CAL	FDDF-C5	BOMBA MUESTRAS 1
FDCL-C4	BOMBA LAVADO SEDIMENTADORES	FDDF-C6	BOMBA MUESTRAS 2
FDCL-B2	BOMBA DOSIFICADORA 2	FDCL-Z1	COMPRESOR 1
FDCL-R3	DOSIFICADOR DE SULFATO 3	FDCL-Z2	COMPRESOR 2
FDCL-R4	DOSIFICADOR DE SULFATO 4	FDBM-C1	BOMBA 1
FDCL-S'1	MEZCLADOR DE CAL	FDBM-C2	BOMBA 2
FDCL-E1	EXTRACTOR DE CAL	FDBM-C3	BOMBA 3
FDCL-Y'1	MONTACARGA	FDBM-Y1	POLIPASTO BOMBAS
FDCL-T1	FLOCULADOR 1	FDDF-X1	CLORADOR 1
FDCL-T2	FLOCULADOR 2	FDDF-X2	CLORADOR 2
FDCL-T3	FLOCULADOR 3	FDDF-X3	CLORADOR 3
FDCL-T4	FLOCULADOR 4	FDDF-Y2	POLIPASTO CLORO
FDCL-J1	SECADOR DE AIRE 1	FDDF-E'1	BASCULA DE CLORO

PLANTA MORRORICO			
CODIGO	EQUIPO	CODIGO	EQUIPO
MOCL-R1	DOSIFICADOR DE SULFATO 1	MOBM-C1	BOMBA CLORACION 1
MOCL-R2	DOSIFICADOR DE SULFATO 2	MOBM-C2	BOMBA CLORACION 2
MOCL-E'1	BASCULA 1	MOBM-C3	BOMBA CLORACION 3
MOCL-R'1	DOSIFICADOR DE CAL	MOCL-B1	BOMBA DOSIFICADORA 1
MOCL-G1	MOTOBOMBA DE LAVADO	MOCL-B2	BOMBA DOSIFICADORA 2
MOCL-S'1	MEZCLADOR DE CAL	MOCL-Y'1	MONTACARGA
MOCL-E1	EXTRACTOR DE CAL	MODF-X1	CLORADOR 1
MOCL-K1	PLANTA DE EMERGENCIA	MODF-X2	CLORADOR 2
MODF-Y1	POLIPASTO DE CLORO	MOCL-G2	HIDROLAVADORA

TANQUES, REGULADORAS Y BOMBEOS			
CODIGO	EQUIPO	CODIGO	EQUIPO
RDRP-F1	TRANSICION VIA MATANZA	RDTK-F39	NORTE BAJO
RDRP-F2	CRA 25B INDEPENDENCIA	RDTK-F40	NORTE ALTO
RDRP-F3	ESPERANZA 3° ETAPA	RDTK-F41	PAN DE AZUCAR
RDRP-F4	VILLA HELENA NORTE	RDTK-F42	TEJAR
RDRP-F5	VILLAROSA V ETAPA	RDTK-F43	TRINIDAD
RDRP-F6	KENEDY (K 12 C 16N Y 17N)	RDTK-F44	CARACOLI
RDRP-F7	CINAL (CALLE 6K10)	RDTK-F45	BUCARICA
RDRP-F8	BARRIO SANTANDER (K9 C28)	RDTK-F46	BELLAVISTA
RDRP-F9	ENTRADA LA JOYA (C41 K4)	RDTK-F47	SANTA ANA
RDRP-F10	SAN GERARDO (C63 K10)	RDTK-F48	VILLABEL ALTO
RDRP-F11	ENTRADA TERRAZA (C56 K45)	RDTK-F49	VILLABEL BAJO
RDRP-F12	SAN LUIS (C89 K20)	RDTK-F50	EL CARMEN
RDRP-F13	RIO FRIO (papi quiero piña)	RDTK-F51	LA CUMBRE
RDRP-F14	BUCARICA	RDTK-F52	RUITOQUE BAJO
RDRP-F15	LAGOS II (C50 K3) 6"	RDTK-F53	MORRO ALTO
RDRP-F16	LAGOS II (C50 K3) 2"	RDTK-F54	MORRO BAJO
RDRP-F17	COOTRASUR (ANILLO VIAL)	RDTK-F55	MALPASO
RDRP-F18	CREMAS (ENTRADA POBLADO)	RDTK-F56	CAÑAVERAL
RDRP-F19	ANGELINOS BOSCONIA (COND.)	RDTK-F57	PUERTA DEL SOL
RDRP-F20	SAN MIGUEL (K17 C49)	RDTK-F58	LA IGLESIA
RDRP-F21	VILLA JARDIN VIA FLORIDA	RDTK-F59	SAN JUAN
RDRP-F22	PORVENIR	RDTK-F60	GIRON MAYOR
RDRP-F23	BOSQUE NORTE ALTO	RDTK-F61	CABECERA
RDRP-F24	CLAVERIANO 1	RDBM-C1	BOMBA 1 PABLON
RDRP-F25	CLAVERIANO 2	RDBM-C2	BOMBA 2 PABLON
RDRP-F26	LAS HAMACAS	RDBM-C3	BOMBA 1 LA CUMBRE
RDRP-F27	LOS PINOS	RDBM-C4	BOMBA 2 LA CUMBRE
RDRP-F28	LIZCANO	RDBM-C5	BOMBA 3 LA CUMBRE
RDTK-F29	ESTADIO	RDBM-C6	BOMBA 4 LA CUMBRE
RDTK-F30	LOS ANGELINOS	RDBM-C7	BOMBA 1 VILLABEL
RDTK-F31	LOS COLORADOS	RDBM-C8	BOMBA 2 VILLABEL
RDTK-F32	REGADERO	RDBM-C9	BOMBA 3 VILLABEL
RDTK-F33	BIENESTAR	RDBM-C10	BOMBA 1 BUENOS AIRES
RDTK-F34	FERROVIAS	RDBM-C11	BOMBA 2 BUENOS AIRES
RDTK-F35	CAFÉ MADRID	RDBM-C12	BOMBA 1 MIRAFLORES
RDTK-F36	MIRAFLORES	RDBM-C13	BOMBA 2 MIRAFLORES
RDTK-F37	VEGAS DE MORRORICO	RDBM-C14	BOMBA 3 MIRAFLORES
RDTK-F38	VEGAS DE MORRORICO BAJO	RDBM-K1	PLANTA EMERGENCIA CUMBRE

## Anexo B. Índice de Criticidad

PLANTA BOSCONIA					
CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD	CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD
BOCT-A1	COMPUERTA DE CAPTACION 1	21	BOCL-Z1	COMPRESOR 1	22
BOCT-A2	COMPUERTA DE CAPTACION 2	21	BOCL-Z2	COMPRESOR 2	22
BOCT-A3	COMPUERTA DE CAPTACION 3	21	BOCL-J1	SECADOR DE AIRE 1	22
BOCT-K1	PLANTA ELECTRICA CAPTACION	17	BOCL-J2	SECADOR DE AIRE 2	22
BOCL-R1	DOSIFICADOR DE SULFATO 1	22	BODF-C9	BOMBA DE MUESTRAS 1	20
BOCL-R2	DOSIFICADOR DE SULFATO 2	22	BODF-C10	BOMBA DE MUESTRAS 2	20
BOCL-B1	BOMBA DOSIFICADORA 1	25	BODF-C11	BOMBA DE MUESTRAS 3	20
BOCL-S7	MEZCLADOR DE SULFATO 7	18	BOCL-T1	FLOCULADOR 1	28
BOCL-C1	BOMBA PRESEDIMENTADORES	15	BOCL-T2	FLOCULADOR 2	28
BOCL-C2	BOMBA SUMINISTRO 1	21	BOCL-T3	FLOCULADOR 3	28
BOCL-C3	BOMBA SUMINISTRO 2	21	BOCL-T4	FLOCULADOR 4	28
BOCL-C4	BOMBA SUMINISTRO 3	21	BOCL-T5	FLOCULADOR 5	28
BOCL-C5	BOMBA SUMINISTRO 4	21	BOCL-T6	FLOCULADOR 6	28
BOCL-C6	BOMBA SUMINISTRO 5	21	BOCL-T7	FLOCULADOR 7	28
BOCL-C7	BOMBA STAND-BY 1	0	BOCL-T8	FLOCULADOR 8	28
BOCL-C8	BOMBA STAND-BY 2	0	BOCL-T9	FLOCULADOR 9	28
BODF-Y1	POLIPASTO CLORO 1	14	BOCL-T10	FLOCULADOR 10	28
BODF-Y2	POLIPASTO CLORO 2	13	BOCL-T11	FLOCULADOR 11	28
BOCL-R'1	DOSIFICADOR DE CAL 1	22	BOCL-T12	FLOCULADOR 12	28
BOCL-R'2	DOSIFICADOR DE CAL 2	22	BOCL-T13	FLOCULADOR 13	28
BOCL-R3	DOSIFICADOR DE SULFATO 3	22	BOCL-T14	FLOCULADOR 14	28
BOCL-R4	DOSIFICADOR DE SULFATO 4	22	BOCL-T15	FLOCULADOR 15	28
BOCL-B2	BOMBA DOSIFICADORA 2	21	BOCL-T16	FLOCULADOR 16	28
BOCL-B3	BOMBA DOSIFICADORA 3	21	BOCL-G2	MOTOBOMBA DE LAVADO 1	19
BOCL-B4	BOMBA DOSIFICADORA 4	21	BOCL-G3	MOTOBOMBA DE LAVADO 2	19
BOCL-B5	BOMBA DOSIFICADORA 5	21	BOBM-Z3	COMPRESOR 3	26
BOCL-B6	BOMBA DOSIFICADORA 6	21	BOBM-Z4	COMPRESOR 4	26
BOCL-B7	BOMBA DOSIFICADORA 7	21	BOBM-Z5	COMPRESOR 5	26
BODF-X1	CLORADOR 1	30	BOBM-Z6	COMPRESOR STAND-BY	0
BODF-X2	CLORADOR 2	30	BOCL-K2	PLANTA ELECT. TRATAMIENTO	17
BODF-E1	EXTRACTOR CLORACION	21	BOBM-K3	PLANTA ELECTRICA BOMBEO	17
BOCL-S'1	MEZCLADOR DE CAL	26	BOBM-D1	BOMBA PRINCIPAL 1	24
BOCL-S1	MEZCLADOR DE SULFATO 1	20	BOBM-D2	BOMBA PRINCIPAL 2	24
BOCL-S2	MEZCLADOR DE SULFATO 2	20	BOBM-D3	BOMBA PRINCIPAL 3	24
BOCL-S3	MEZCLADOR DE SULFATO 3	20	BOBM-D4	BOMBA PRINCIPAL 4	24
BOCL-S4	MEZCLADOR DE SULFATO 4	20	BOBM-D5	BOMBA PRELLENADO	26
BOCL-S5	MEZCLADOR DE SULFATO 5	20	BOBM-C12	BOMBA REFRIGERACION 1	24
BOCL-S6	MEZCLADOR DE SULFATO 6	20	BOBM-C13	BOMBA REFRIGERACION 2	24
BOCL-Z'1	BANDA TRANSPORTADORA	16	BOBM-Z'1	PUENTE GRUA	23
BOCL-Y'1	MONTACARGA DE SULFATO	15	BOCL-G1	HIDROLAVADORA	21
BOCL-Y'2	MONTACARGA DE CAL	15			

PLANTA LA FLORA					
CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD	CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD
FLCL-R'1	DOSIFICADOR DE CAL 1	22	FLDF-X1	CLORADOR1	30
FLCL-R'2	DOSIFICADOR DE CAL 2	22	FLDF-X2	CLORADOR2	30
FLCL-E'3	BASCULA DE CAL	15	FLDF-X3	CLORADOR3	30
FLCL-Y'1	MONTACARGAS CAL	19	FLDF-C8	BOMBA CLORADORES	20
FLCL-S'1	MEZCLADOR DE CAL	26	FLDF-Y1	ELEVADOR CLORO	18
FLCL-E1	EXTRACTOR DE CAL	25	FLDF-E'1	BASCULA 1 CLORO	16
FLCL-Z1	COMPRESOR 1	22	FLDF-E'2	BASCULA 2 CLORO	16
FLCL-Z2	COMPRESOR 2	22	FLCL-K1	PLANTA ELECTRICA	24
FLCL-Z3	COMPRESOR 3	22	FLCL-H1	MOTOR STAND BY COMP	0
FLCL-J1	SECADOR 1	22	FLCL-T3	REDUCTOR STAN BY FLO	0
FLCL-J2	SECADOR 2	22	FLCL-C7	BOMBA MUESTRAS	24
FLCL-J3	SECADOR 3	22	FLCL-Y'2	MONTACARGA SULFATO	19
FLBM-C1	BOMBA 1 MIRAFLORES	18	FLCL-R1	DOSIFICADOR SULFATO 1	22
FLBM-C2	BOMBA 2 MIRAFLORES	18	FLCL-R2	DOSIFICADOR SULFATO 2	22
FLBM-C3	BOMBA 3 LAVADO	20	FLCL-B1	BOMBA DOSIFICADORA1	21
FLBM-C4	BOMBA 4 LAVADO	20	FLCL-B2	BOMBA DOSIFICADORA 2	21
FLBM-C5	BOMBA 5 SANLUIS	18	FLCL-G2	HIDROLAVADORA	21
FLBM-C6	BOMBA 6 SANLUIS	18	FLCL-T1	FLOCURADOR 1	25
FLCL-G1	MOTOBOMBA LAVADO	21	FLCL-T2	FLOCURADOR 2	25

PLANTA MORRORICO					
CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD	CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD
MOCL-R1	DOSIFICADOR DE SULFATO 1	22	MOCL-C2	BOMBA SUMINISTRO 2	24
MOCL-R2	DOSIFICADOR DE SULFATO 2	22	MOCL-C3	BOMBA SUMINISTRO 3	24
MOCL-E'1	BASCULA 1	15	MOCL-B1	BOMBA DOSIFICADORA 1	21
MOCL-R'1	DOSIFICADOR DE CAL	26	MOCL-B2	BOMBA DOSIFICADORA 2	21
MOCL-G1	MOTOBOMBA DE LAVADO	21	MOCL-Y'1	MONTACARGA	19
MOCL-S'1	MEZCLADOR DE CAL	26	MODF-X1	CLORADOR 1	30
MOCL-E1	EXTRACTOR DE CAL	25	MODF-X2	CLORADOR 2	30
MOCL-K1	PLANTA DE EMERGENCIA	24	MOCL-G2	HIDROLAVADORA	21
MODF-Y1	POLIPASTO DE CLORO	14	MOCL-C4	BOMBA DE MUESTRAS	24
MOCL-C1	BOMBA SUMINISTRO 1	24			

PLANTA FLORIDABLANCA					
CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD	CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD
FDDF-K1	PLANTA ELECTRICA	24	FDCL-J2	SECADOR DE AIRE 2	22
FDCL-B1	BOMBA DOSIFICADORA 1	21	FDCL-J3	SECADOR DE AIRE 3	22
FDCL-R1	DOSIFICADOR DE SULFATO 1	22	FDCL-G1	MOTOBOMBA DE LAVADO	21
FDCL-R2	DOSIFICADOR DE SULFATO 2	22	FDCL-G2	HIDROLAVADORA	21
FDCL-R'1	DOSIFICADOR DE CAL	26	FDCL-C5	BOMBA MUESTRAS 1	20
FDCL-C4	BOMBA LAV. SEDIMENTADORES	18	FDCL-C6	BOMBA MUESTRAS 2	20
FDCL-B2	BOMBA DOSIFICADORA 2	21	FDCL-Z1	COMPRESOR 1	20
FDCL-R3	DOSIFICADOR DE SULFATO 3	22	FDCL-Z2	COMPRESOR 2	20
FDCL-R4	DOSIFICADOR DE SULFATO 4	22	FDBM-C1	BOMBA 1	24
FDCL-S'1	MEZCLADOR DE CAL	26	FDBM-C2	BOMBA 2	24
FDCL-E1	EXTRACTOR DE CAL	25	FDBM-C3	BOMBA 3	24
FDCL-Y'1	MONTACARGA	19	FDBM-Y1	POLIPASTO BOMBAS	12
FDCL-T1	FLOCULADOR 1	28	FDDF-X1	CLORADOR 1	30
FDCL-T2	FLOCULADOR 2	28	FDDF-X2	CLORADOR 2	30
FDCL-T3	FLOCULADOR 3	28	FDDF-X3	CLORADOR 3	30
FDCL-T4	FLOCULADOR 4	28	FDDF-Y2	POLIPASTO CLORO	14
FDCL-J1	SECADOR DE AIRE 1	22	FDDF-E'1	BASCUA DE CLORO	20

REGULADORAS Y BOMBEO					
CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD	CODIGO	EQUIPO	CRITICIDAD
RDRP-F1	TRANSICION VIA MATANZA	22	RDRP-F23	BOSQUE NORTE ALTO	22
RDRP-F2	CRA 25B INDEPENDENCIA	22	RDRP-F24	CLAVERIANO 1	16
RDRP-F3	ESPERANZA 3° ETAPA	16	RDRP-F25	CLAVERIANO 2	16
RDRP-F4	VILLA HELENA NORTE	22	RDRP-F26	LAS HAMACAS	16
RDRP-F5	VILLAROSA V ETAPA	22	RDRP-F27	LOS PINOS	22
RDRP-F6	KENEDY (K 12 C 16N Y 17N)	22	RDRP-F28	LIZCANO	18
RDRP-F7	CINAL (CALLE 6K10)	22	RDBM-C1	BOMBA 1 PABLON	21
RDRP-F8	BARRIO SANTANDER (K9 C28)	18	RDBM-C2	BOMBA 2 PABLON	21
RDRP-F9	ENTRADA LA JOYA (C41 K4)	22	RDBM-C3	BOMBA 1 LA CUMBRE	17
RDRP-F10	SAN GERARDO (C63 K10)	22	RDBM-C4	BOMBA 2 LA CUMBRE	17
RDRP-F11	ENTRADA TERRAZA (C56 K45)	22	RDBM-C5	BOMBA 3 LA CUMBRE	17
RDRP-F12	SAN LUIS (C89 K20)	22	RDBM-C6	BOMBA 4 LA CUMBRE	17
RDRP-F13	RIO FRIO (papi quiero piña)	18	RDBM-C7	BOMBA 1 VILLABEL	17
RDRP-F14	BUCARICA	22	RDBM-C8	BOMBA 2 VILLABEL	17
RDRP-F15	LAGOS II (C50 K3) 6"	22	RDBM-C9	BOMBA 3 VILLABEL	17
RDRP-F16	LAGOS II (C50 K3) 2"	22	RDBM-C10	BOMBA 1 BUENOS AIRES	21
RDRP-F17	COOTRASUR (ANILLO VIAL)	18	RDBM-C11	BOMBA 2 BUENOS AIRES	21
RDRP-F18	CREMAS (ENTRADA POBLADO)	22	RDBM-C12	BOMBA 1 MIRAFLORES	17
RDRP-F19	ANGELINOS BOSCONIA (COND.)	22	RDBM-C13	BOMBA 2 MIRAFLORES	17
RDRP-F20	SAN MIGUEL (K17 C49)	22	RDBM-C14	BOMBA 3 MIRAFLORES	17
RDRP-F21	VILLA JARDIN VIA FLORIDA	22	RDBM-K1	PLANTA EMERGENCIA CUMBRE	24
RDRP-F22	PORVENIR	22			

## Anexo C. Ficha Técnica de Equipos

Pág. 1 de 2	<b>FICHA TECNICA DE EQUIPOS</b>	
<b>F 706-001</b>	<b>COORDINACION DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>Rev.:0</b>		

NOMBRE	Floculador	No. SERIE	21555
CODIGO	BOCL-T9	PROVEEDOR	
UBICACIÓN	Sala de floculadores	FABRICANTE	
MARCA	FORTIS	TIPO	110L2R.5P




ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS
Reductor	FORTIS ;tipo 110L2R.5P ;Potencia 6.6 HP ;No. 21555 ;No. De la placa 3.4.2.6.2.2 ;Aceite SAE 140 ;
Motor eléctrico	Siemens ;N fases 3 ;Mot IL40 090 4YB60 ;Tipo 90s ;Nr Tc 247482 ;Form. Com B3 ;IP 44 ;Clase de rotor 16 ; Potencia 6,6 HP ;Clase de aislante B ; Voltaje 220Y/440YV ;Amperaje 16,4/8,2 A ;Factor de potencia 0,89 ; Frecuencia 60 Hz ;revoluciones del motor 1745 rpm ;VDE Q530/72 ;

LISTADO DE PARTES				
DESCRIPCION	REFERENCIA	CANTIDAD	MARCA	OBSERVACIONES
Eje	110L-28-13	1		
Eje	110L-22-15-76	1		
Piñon	110L-73-28	1		Dext 165mm; Grosor 24.4mm; Z 73.
Rodamiento	P8941 SR	1		Dext 85.2mm; Dint 45.7mm; Grosor 19.5mm.
Rodamiento	6207	1	RSR	
Rodamiento	6208-ZZ	1	SKF	
Piñon		1		Dext 62mm; Grosor 35.5mm; Z 28.
Rodamiento	P8914 WS	1		Dext 90mm; Dint 50mm; Grosor 20.6mm.
Retenedor	23770-40-80-10-2	1		
Piñon		1		Dext 43.6mm; Grosor 51.4mm; Z 15.
Eje	R2-19-79	1		
Rodamiento	6208 Z	1	Koyo	

LISTADO DE PROVEEDORES DE REPUESTOS		
PROVEEDOR	DATOS GENERALES	REPUESTOS SUMINISTRADOS

CONTROLA: SGC


### Anexo D. Formato de Solicitud de Servicios

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Pág. 1 de 1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">F MM 706-</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Rev. :0</td> </tr> </table>	Pág. 1 de 1	F MM 706-	Rev. :0	<b>SOLICITUD DE SERVICIOS</b>	
Pág. 1 de 1					
F MM 706-					
Rev. :0					
<b>COORDINACION DE MANTENIMIENTO</b>					
EQUIPO:					
UBICACIÓN:					
TIPO DE DAÑO:	MEC.: <input type="checkbox"/>	ELECT.: <input type="checkbox"/>			
	ELECTR <input type="checkbox"/>	OTRO: <input type="checkbox"/>			
DESCRIPCION DEL TRABAJO:					
GRADO DE PRIORIDAD: EXTRA URGENTE: <input type="checkbox"/> URGENTE: <input type="checkbox"/> NORMAL: <input type="checkbox"/>					
ESTADO DESEADO:					
OBSERVACIONES:					
FECHA DE ENTREGA :					
FECHA CUMPLIMIENTO :					
SOLICITA :		APRUEBA :			
ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:			





## Anexo G. Formato de Tarjeta de Costos

			
<b>TARJETA DE COSTOS DE MANTENIMIENTO</b> <b>COORDINACION DE MANTENIMIENTO</b>			
Pág. 1 de 1 F MM 706-009 Rev.:0			
PLANTA	MES	TARJETA N°	CENTRO DE COSTOS
AÑO			
FECHA	EQUIPO	CODIGO	ACTIVIDAD
			CONTRATOS EXTERNOS (\$)
			MANO DE OBRA (\$)
			REPUESTOS E INSUMOS (\$)
			ALIMENTACION (\$)
			SUBTOTAL
			TOTAL

CONTROLA: SGC

## Anexo H. Instructivos de Mantenimiento

INSTRUCTIVOS DE MANTENIMIENTO.	
NUMERO	EQUIPO
001	MOTORES BRIGGS & STRATTON
002	MOTORES 1LA2 SIEMENS
003	MOTORES 1LA3 SIEMENS
004	REDUCTORES
005	BOMBA HIDROMAC TIPO 1010
006	PLANTA ELECTRICA
007	ALMENARA
008	BOMBAS CENTRIFUGAS
009	MOTORES ELECTRICOS
010	BOMBA KSB
011	DOSIFICADORES LA FLORA
012	MEZCLADORES MECANICOS
013	FLOCULADORES
014	CLORADORES
015	DOSIFICADOR JORTRIANA
016	GRUPO ELECTROGENO BOSCONIA
017	GRUPO ELECTROGENO LA FLORA
018	COMPRESORES
019	BOMBA MULTIETAPAS
020	DOSIFICADORES BOSCONIA
021	TRANSPOTENCIA
022	MONTACARGAS
023	REGULADORES
024	SECADORES
025	BOMBA SUMERGIBLE
026	CENTRALES DE LUBRICACION
027	MONTACARGAS Y POLIPASTOS

PORTADA	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
<b>I MM 706-009</b>		
Rev.: 0		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

**I MM 706-009 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES  
ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL**

<b>ELABORA:</b> MM	<b>REVISA:</b> SIGLA	<b>APRUEBA:</b> SIGLA	<b>CONTROLA:</b> SIGLA
<b>FECHA:</b> 17/08/04	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

Pág. 116 de 10	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
<b>I MM 706-009</b>		
Rev.: 0		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

<b>INDICE</b>
---------------

1.	<b>OBJETIVO</b>
2.	<b>ALCANCE</b>
3.	<b>RESPONSABILIDADES</b>
4.	<b>DEFINICIONES</b>
5.	<b>DOCUMENTOS DE REFERNCIA</b>
6	<b>DESCRIPCION</b>
6.1	<b>Mantenimiento de Frecuencia Semanal</b>
6.2	<b>Mantenimiento de Frecuencia Trimestral</b>
6.3	<b>Mantenimiento de Frecuencia Semestral</b>
6.4	<b>Mantenimiento de Frecuencia Anual</b>
6.5	<b>Instrucciones Especiales</b>
6.6	<b>Mantenimiento Especial</b>
7.	<b>NOTA DE CAMBIO</b>
8.	<b>REGISTROS</b>
9.	<b>ANEXOS</b>

Pág. 3 de 10	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
<b>I MM 706-009</b>		
Rev.: 0		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

## 1. OBJETIVO

Este instructivo tiene por finalidad, dar a conocer los aspectos técnicos para tener en cuenta en el mantenimiento de motores eléctricos de eje horizontal, ubicadas en las plantas de tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

## 2. ALCANCE

Este instructivo es elaborado con el fin de ser usado en las labores de mantenimiento en las plantas de tratamiento, y ser una herramienta para los mecánicos encargados del mantenimiento de los equipos en cada planta.

## 3. RESPONSABILIDADES

La responsabilidad en la ejecución de las recomendaciones escritas en este instructivo es de los Mecánicos de Mantenimiento de los equipos y es supervisada por la Coordinación de Mantenimiento Mecánico y la Coordinación de Mantenimiento Eléctrico.

## 4. DEFINICIONES Y/O ABREVIATURAS

No aplica.

## 5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Este instructivo se hace teniendo en cuenta la información extraída del Manual de Operación y Mantenimiento para la Planta La Flora; esta información se puede encontrar en la documentación de la Coordinación de Mantenimiento Mecánico.



Pág. 4 de 10	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
<b>I MM 706-009</b>		
Rev.: 0		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

## 6. DESCRIPCION

El procedimiento presenta las intervenciones o servicios de Mantenimiento Preventivo que se deben aplicar a los motores eléctricos de eje horizontal instalados en la Planta, separadas por frecuencias e indicando niveles de responsabilidad y elementos necesarios.

### 6.1 Mantenimiento de Frecuencia Semanal

El responsable por el servicio es el Mecánico de Mantenimiento de la Planta.

#### Elementos Necesarios

Vibrómetro.  
Paños para limpieza, cepillo y brochas finas.  
Tacómetro.  
Voltiamperímetro.  
Grasa y pistola o bomba de engrase.  
Aceite y aceitera.  
Termómetros del tipo resistencia de níquel para medición en superficie.  
Frecuenciómetro.

#### Intervención o Servicio

Mantener el motor limpio de tierra, polvo y cualquier materia extraña.  
Corregir factores que producen humedad (fugas, depósitos de humedad).  
Mantener el espacio de operación libre de objetos que puedan obstruir la circulación de aire.  
Observar fugas de aceite de los rodamientos.  
Reportar al Coordinador de Mantenimiento Mecánico o al Coordinador de Mantenimiento Eléctrico, cualquiera de las siguientes anomalías:  
Ruidos extraños durante la operación.  
Fallas en el arranque, velocidad inestable y marcha perezosa.  
Olor o sensación de sobrecalentamiento, motor y/o rodamientos.  
Chispas continuas o excesivas en colector o escobillas.  
Ennegrecimiento del colector.  
Chispas intermitentes en las escobillas.  
Polvo fino bajo el acople flexible (amortiguadores de caucho y pasadores).  
Humo, aislamiento carbonizado, o marcas (Solder Whiskers) sobre la carcasa.  
Golpeteo suave continuo.  
Golpeteo suave discontinuo.  
Traqueteo de las escobillas.  
Vibraciones anómalas.

Pág. 5 de 10	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
<b>I MM 706-009</b>		
Rev.: 0		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

Recalentamiento del colector.

Verificar voltajes, amperajes y velocidad, tanto en el equipo como en el tablero o tableros de control, en vacío y a plena carga, reportando estos datos.

Comprobar visualmente el nivel de lubricación, adicionando lo faltante. El espacio que queda libre entre el rodamiento y el alojamiento deberá permanecer con lubricante solamente del 30% al 50%.

Verificar que la temperatura de trabajo no sobrepase la especificada en la placa o en las normas de operación. Si la temperatura (medida con termómetro del tipo resistencia de níquel para superficie) excede en más de 3°C a la de régimen indicada en la placa, deberá suspenderse la operación y dar aviso inmediato a la Coordinación de Mantenimiento Mecánico o a la Coordinación de Mantenimiento Eléctrico.

Comprobar las temperaturas, los caudales y las presiones de lubricación de los motores lubricados por aceite.

## **6.2 Mantenimiento de frecuencia Trimestral**

La responsabilidad por este servicio es de la Brigada Electromecánica.

### **Elementos Necesarios**

Voltiamperímetro.

Herramientas de montaje y desmontaje.

Grasa y bomba de engrase.

Aceite y aceitera.

Comparador de carátulas.

Megger.

Aislantes.

### **Intervención o Servicio**

Revisar fallas reportadas en intervenciones semanales de Mantenimiento Preventivo, corregirlas e informar la ocurrencia.

Observar estado de las bases y de los pernos de anclaje. Corregir las fallas presentadas.

Limpiar los filtros de aire en los motores donde están instalados. Para esta actividad:

Desmontar el filtro del motor.

Limpiar con aire comprimido la suciedad depositada en el filtro.

La estructura interior o panel, deberá ser sumergida en una solución preparada de material limpiador "COLOSYL". Después de tenerlo sumergido durante breves minutos, el panel deberá ser agitado en el fluido, para después eliminar las ondulaciones y la suciedad extraída del medio filtrante por la acción desengrasante del "COLOSYL".

El panel deberá ser retirado de la solución, aclararlo en agua limpia y dejarlo escurrir.

Pág. 6 de 10	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
<b>I MM 706-009</b>		
Rev.: 0		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

## Regulación

Se sumergirá el panel en una bandeja conteniendo fluido de impregnación VENTEX para filtros de aire, durante unos instantes, sacándolo después y dejándolo escurrir de tres a cuatro horas o si es conveniente durante toda la noche.

### 6.3 Mantenimiento de Frecuencia Semestral

La responsabilidad de este tipo de mantenimiento es de la Brigada de Mantenimiento.

#### Elementos Necesarios

Grasa y pistola o bomba de engrase.  
 Aceite adecuado y aceitera.  
 Kerosene o tetracloruro de carbono.  
 Bornes, terminales, conductores.  
 Lija de agua.  
 Vaselina.  
 Cinta aislante de alta tensión.  
 Tacómetro.  
 Megger.

#### Intervención o Servicio

Cambiar totalmente la grasa de balineras y rodamientos (no sellados) si esa es su lubricación.

Para remover la totalidad de la grasa cuando está endurecida, puede usarse un solvente de grasas como el tetracloruro de carbono, que se aplicará hasta que salga completamente limpio. Este paso siempre deberá hacerse antes de llenar nuevamente.

Trabajar en equipo con el personal que hace el alineamiento del conjunto motor-bomba.

Revisar bornes terminales y conductores y cambiar los defectuosos (óxido, etc).

Realizar pruebas básicas de aislamiento.

Someter el motor a secado en el caso de que en las pruebas de aislamiento se detecte presencia de humedad en el devanado.

Confrontar condiciones de funcionamiento, e investigar las anomalías nombradas en la intervención anterior. Aplicar correctivos.

#### Prueba de Funcionamiento

Comprobar giro libre del eje del motor, por accionamiento manual.

Comprobar sentido de giro, si se han desconectado los bornes, o si el equipo ha estado sin operar.

Verificar condiciones de funcionamiento del motor, antes de acoplarlo y a plena carga.

Pág. 7 de 10	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
<b>I MM 706-009</b>		
Rev.: 0		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

Iniciar rutina de operación para puesta en marcha.  
Operar el equipo durante 30 minutos en las condiciones de régimen. Corregir anomalías que puedan presentarse.

#### **6.4 Mantenimiento de Frecuencia Anual**

La responsabilidad de esta intervención es de la Brigada de Mantenimiento y del taller, según complejidad.

##### **Elementos Necesarios**

Los mismos del Mantenimiento Semestral, además:  
Herramientas de desmontaje y montaje.  
Escobillas y portaescobillas.  
Calibrador.  
Aire comprimido.  
Tetracloruro de carbono.  
Limpiador trenzado de algodón.  
Papel de lija fino.  
Peroxido de hierro (tela de colcótar o brillametales).  
Solvente para lavado de rodamientos.  
Voltiamperímetro.  
Megger.  
tacómetro.  
Barniz dieléctrico.  
Ejes y bujes.  
Balineras.  
Servicio de taller.

##### **Intervención o Servicio**

Aplicar el Mantenimiento Preventivo Semestral, excepto lubricación.  
Desmontar completamente el motor, clasificando sus piezas y dándole una limpieza inicial superficial.  
En motores que no son en jaula de ardilla examinar escobillas y portaescobillas (posición, presión y desgaste) y cambiar las que acusen desgaste superior al 25%. Así mismo, deberán sustituirse los portaescobillas que presenten fisuras o resquebrajamientos; los demás deberán limpiarse y quitar cualquiera rugosidad interna, para facilitar las oscilaciones de las escobillas.  
Limpiar las bobinas con aire comprimido. Luego lavarlas con tetracloruro de carbono (puede usarse mezclado con bencina).  
Limpiar el colector, frotándolo con un limpiador constituido por varias capas de un tejido trenzado de algodón remachadas en un mango de madera.

Pág. 8 de 10	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
I MM 706-009		
Rev.: 0		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

Limpiar muy bien los anillos de toma, frotándolos con papel de lija muy fina. La superficie deberá quedar lisa y brillante.

Los anillos que presenten desgaste irregular y ovalacion, pueden tornearse por una sola vez; a la siguiente deberán cambiarse.

Limpiar los ejes espacialmente en las zonas en contacto con bujes, cojinetes o rodamientos en general, las cuales deberán quedar lisas y brillantes. Para el efecto puede usarse la tela de colcótar (rojo de Inglaterra o peroxido de hierro).

Detectar torceduras de los ejes y cambiarlos. Lavar los rodamientos con kerosene, gasolina o bencol, o un solvente industrial adecuado. Detectar desgaste de corona, rodillos y demás elementos rodantes y cambiar el rodamiento que acuse tal desgaste o presente "duro mecánico" puntual o continuo.

Secar todos los elementos.

Comprobar continuidad de bobinas y recubrirlas con barniz dieléctrico.

Detectar desgastes anormales ("cinturas") en los ejes y cambiarlos. El eje retirado puede rellenarse y tornearse por una sola vez.

Realizar el montaje completo del motor, verificando holguras permitidas y ausencia absoluta de elementos abrasivos, o residuos de limpieza.

Hacer limpieza exterior total del motor, una vez que halla sido alineado con el equipo que acciona y se haya nivelado y fijado convenientemente.

Lubricar apropiadamente todas las partes que corresponda, usando la clase de lubricante que requiere el rodamiento y el tipo igual, o por lo menos equivalente, al recomendado por el fabricante. El espacio que queda libre entre el rodamiento y el alojamiento deberá llenarse solo parcialmente (del 30% al 50%).

Pintar exteriormente las partes del equipo que requieren pintura.

Observar estado de las bases. Corregir si existen fallas.

### **Prueba de Funcionamiento**

Igual a la establecida para la intervención de Frecuencia Trimestral.

### **6.5 Instrucciones Especiales**

Desconectar os bornes o terminales antes de comenzar la intervención.

No usar estopa para limpieza, pues los hilos se enredan en las partes internas del equipo y pueden producir serios problemas.

El lavado de las partes con solventes industriales, deberá hacerse en espacio abierto u no en el sitio mismo de instalación del motor (en especial cuando use bencol o kerosene).

Si el motor va a permanecer inactivo más de un (1) mes, los anillos deberán recubrirse con parafina.

Los repuestos deben mantenerse recubiertos con vaselina industrial y envueltos en papel parafinado.

Nunca lubricar con el motor en funcionamiento.

Pág. 9 de 10	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
<b>I MM 706-009</b>		
Rev.: 0		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

## 6.6 Mantenimiento Especial

### Relubricación de Rodamientos

El periodo de relubricación de balineras depende del tipo de rodamiento, tamaño, velocidad de giro, temperatura de funcionamiento y lubricante usado.

#### Responsabilidad por la determinación de los periodos de relubricación

El responsable por la determinación de los periodos de relubricación es el Ingeniero de Mantenimiento.

#### Elementos Necesarios

Curvas de intervalo de relubricación.  
Tacómetro.  
Calibrador.

#### Intervención o servicio

Medir la velocidad de funcionamiento.  
Medir el diámetro interno del rodamiento.  
Determinar el periodo de relubricación en la curva respectiva.

#### Responsabilidad por el servicio de lubricación

El responsable de esta actividad será la brigada de mantenimiento.

#### Elementos Necesarios

Grasa y bomba de engrasar.  
Aceite y aceitera.

#### Intervención o Servicio

Cambiar totalmente la grasa de rodamientos, si esa es su lubricación, expulsando toda la grasa antigua. El espacio que queda libre entre el rodamiento y el alojamiento deberá llenarse solo prácticamente con grasa (del 30% al 50%).  
Cambiar el aceite de rodamiento, para lo cual se drenará totalmente el aceite antiguo, se hará lavado con kerosene y una vez éste se evapore, se llenará el depósito con aceite nuevo hasta el nivel (ojo, marca) estipulado por el fabricante. Comprobar giro libre y remover burbujas de aire.

<b>Pág. 10 de 10</b>	<b>INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES ELECTRICOS DE EJE HORIZONTAL</b>	
<b>I MM 706-009</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>COORDINACIÓN DE MANTENIMIENTO MECANICO</b>		

## **7. NOTA DE CAMBIO**

No aplica.


## **8. REGISTROS**

Las observaciones que se hacen en la elaboración de los mantenimientos deben registrarse en el formato de la Orden de Trabajo que a su vez va relacionada con las Historia de Mantenimiento por Equipo y la Tarjeta de Costos de Mantenimiento.

## **9. ANEXOS**

No aplica.

## Anexo I. Formato de Inspección de Equipos

Pág. 1 de 1	<b>INSPECCION DE EQUIPOS</b>	
F MM 706-	<b>COORDINACION DE MANTENIMIENTO</b>	
Rev. :0		
EQUIPO:	CODIGO:	INSP. N°
UBICACIÓN:	FECHA:	
TIPO DE INSPECCIÓN:	MEC.: <input type="checkbox"/>	ELECT.: <input type="checkbox"/>
ELECTR.: <input type="checkbox"/>		
DESCRIPCION DE LA INSPECCION:		
OBSERVACIONES:		
ESTADO DE LA INSPECCION: BUENO: <input type="checkbox"/> ACEPTABLE: <input type="checkbox"/> IRREGULAR: <input type="checkbox"/>		
AUX. MANTENIMIENTO	COOR. MANTENIMIENTO	Vo.Bo. MANTENIMIENTO
EQUIPO:	CODIGO:	INSP. N°
UBICACIÓN:	FECHA:	
TIPO DE INSPECCIÓN:	MEC.: <input type="checkbox"/>	ELECT.: <input type="checkbox"/>
ELECTR.: <input type="checkbox"/>		
DESCRIPCION DE LA INSPECCION:		
OBSERVACIONES:		
ESTADO DE LA INSPECCION: BUENO: <input type="checkbox"/> ACEPTABLE: <input type="checkbox"/> IRREGULAR: <input type="checkbox"/>		
AUX. MANTENIMIENTO	COOR. MANTENIMIENTO	Vo.Bo. MANTENIMIENTO

## Anexo J. Formato de Lubricación de Equipos

Pag. 1 de 1	<b>LUBRICACION DE EQUIPOS</b>	
F MM 706-008	<b>COORDINACION DE MANTENIMIENTO</b>	
Rev.:0		

EQUIPO:		CODIGO:							
UBICACIÓN:		FECHA INICIO:							
LUBRICANTES:		FRECUENCIA:							
PARTES A LUBRICAR:									
FECHA	✓	FECHA	✓	FECHA	✓	FECHA	✓	FECHA	✓

EQUIPO:		CODIGO:							
UBICACIÓN:		FECHA INICIO:							
LUBRICANTES:		FRECUENCIA:							
PARTES A LUBRICAR:									
FECHA	✓	FECHA	✓	FECHA	✓	FECHA	✓	FECHA	✓

EQUIPO:		CODIGO:							
UBICACIÓN:		FECHA INICIO:							
LUBRICANTES:		FRECUENCIA:							
PARTES A LUBRICAR:									
FECHA	✓	FECHA	✓	FECHA	✓	FECHA	✓	FECHA	✓

















## Anexo L. Conceptos de Lubricación de Equipos

La selección correcta del lubricante es muy importante; es necesario tener en cuenta para todos los equipos las recomendaciones de lubricación del fabricante, por que esto reduce al máximo los riesgos de paradas imprevistas. La marca del aceite utilizado, hasta donde sea posible, debe ser la misma que se tiene determinada para toda la empresa.

Hay diferentes propiedades e índices para seleccionar adecuadamente un lubricante, entre estos:

➤ **Índice de viscosidad (V.I):** es la medida de la resistencia a los cambios de viscosidad producidos por variaciones de temperatura, todos los aceites minerales se adelgazan cuando la temperatura aumenta. El V.I es importante para facilitar los arranques a baja temperatura y mantener la calidad de la lubricación a altas temperaturas.

➤ **Punto de fluidez:** indica la temperatura más baja a la que un aceite puede fluir, pero nunca debería esperarse que un aceite lubrique efectivamente en o cerca de punto de fluidez.

➤ **Punto de encendido:** es la temperatura la cual un aceite libera suficientes vapores flamables como para encenderse en presencia de una llama.

➤ **Demulsibilidad:** habilidad de un lubricante para separarse del agua.

Para grasas según el método ASTM, se encuentran los siguientes índices:

🔧 **Penetración trabajada** (norma ASTM D-217): determina la consistencia a través de la prueba estándar de penetración de cono.

🔧 **Punto de goteo** (norma ASTM D-2265): temperatura a la cual la grasa cambia de semisólida a líquida.

🔧 **Estabilidad a la oxidación** (norma ASTM D-942): resistencia de la grasa a la oxidación en las partes lubricadas.

🔧 **Propiedades anticorrosivas** (norma ASTM D-1743): propiedades de la grasa en ambientes húmedos estáticos.

🔧 **Resistencia al agua** (norma ASTM D-1264): resistencia al agua de la grasa en rodamientos bajo condiciones dinámicas.

🔧 **Propiedades de extrema presión** (norma ASTM D-2509): capacidad de carga de grasa a través de la prueba Timken E.P.

🔧 **Prevención del desgaste** (norma ASTM D-2266): características anti-desgaste de la grasa en una aplicación con contacto acero-acero de determina a través de la prueba de 4 bolas.

Entre los lubricantes más utilizados y sus aplicaciones se encuentran:

- Aceite RIMULA X 20W-40, para motores DIESEL
- Aceite multigrado antidesgaste ALL-TEMP grado 32, para sistemas hidráulicos, unidades de mantenimiento y compresores de vacío.
- Aceite hidráulico RANDO HD 68 TEXACO
- Aceite mineral TERSOL 68 SHELL, para lubricación de ejes deslizantes.

- Aceite MEROPA 220 TEXACO, para reductores.
- Aceite sintético SENTINEL WELLGEM S-140, grado de viscosidad ISO 460, índice de viscosidad 124, punto de fluidez -29 °C, punto de encendido 280 °C, especial para reductores.
- Grasa MULTIFAK EP2 TEXACO, multipropósito con aditivos de extrema presión, para equipos que funcionen en condiciones adversas de temperatura, carga y velocidad y además pueda existir contaminación con agua, es apropiada para lubricar rodamientos de bolas y rodillos, cojinetes de bronce y babbit.
- Grasa blanca SENTINEL WELLGEM SL-WR grado alimenticio, a prueba de agua, recomendada para superficies deslizantes, ejes, rodamientos y todo tipo de equipo mecánico especialmente aquellos expuestos a condiciones de agua y/o temperatura, con buen rendimiento a bajas temperaturas.

## **Anexo M. Marco Teórico de Mantenimiento**

### **SISTEMAS DE MANTENIMIENTO**

Probablemente en los primeros tiempos del desarrollo de las industrias, las tareas de mantenimiento se hayan limitado a efectuar reparaciones o cambios de piezas luego que estas fallaran. Actualmente existe una variedad de sistemas para afrontar el servicio de mantenimiento en las instalaciones y equipos, algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir fallas, sino que también actúan antes de la aparición de las mismas.

Para implementar el sistema que más convenga, se debe considerar el tipo de bien a mantener, la política empresarial respecto al mantenimiento, la organización del mantenimiento, la capacidad del personal y del taller, la intensidad de empleo de los bienes y el costo del servicio o las posibilidades de aplicación.

### **CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO**

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene, o se restablece a un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

Mantener es realizar operaciones tales como: limpieza, lubricación, inspección, conservación, reparaciones y mejoras que permiten conservar el potencial de un equipo para asegurar su continuidad y garantizar la calidad de la producción.<sup>6</sup>

Existen diferentes tipos de mantenimiento, siendo la comparación de los logros o beneficios obtenidos de ellos el mejor camino para definir su aplicabilidad. Así, se hace una división de los diferentes tipos de mantenimiento, distintos en cuanto a forma, no así en sus fines: *lograr resultados que abatan los costos*.

### Tipos de mantenimiento<sup>7</sup>

Mantenimiento Correctivo	Una acción
Mantenimiento Progresivo	Recomendación del fabricante
Mantenimiento Programado ❖ Periódico ❖ Sistemático	Metodología
Mantenimiento con Proyecto	Ingeniería de Proyectos
<b>Mantenimiento Preventivo</b>	<b>Una Filosofía</b>
Mantenimiento Predictivo	Una Tecnología
Mantenimiento Productivo	Una Estrategia
Mantenimiento Total	Un Ideal

**Mantenimiento correctivo.** El mantenimiento correctivo es realizado después de haber ocurrido una falla o avería. Se basa en dos tipos de acciones:

**↗ Paliativas:** soluciones provisionales al problema surgido en un equipo o instalación.

**↗ Curativas:** soluciones definitivas al fallo o avería que se presentó.

<sup>6</sup> GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga, 2001. p. 1.

<sup>7</sup> *Ibíd*, p. 46.

El mantenimiento correctivo se clasifica en dos tipos: Mantenimiento Correctivo de emergencia y Mantenimiento Programado.

➤ **Mantenimiento correctivo de emergencia.** Consiste en reparar las fallas presentadas imprevistamente. Se debe aplicar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos, daños materiales y humanos mayores. Resulta aplicable en sistemas complejos donde difícilmente se pueden predecir fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante un periodo de tiempo no contemplado, sin afectar la productividad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad.

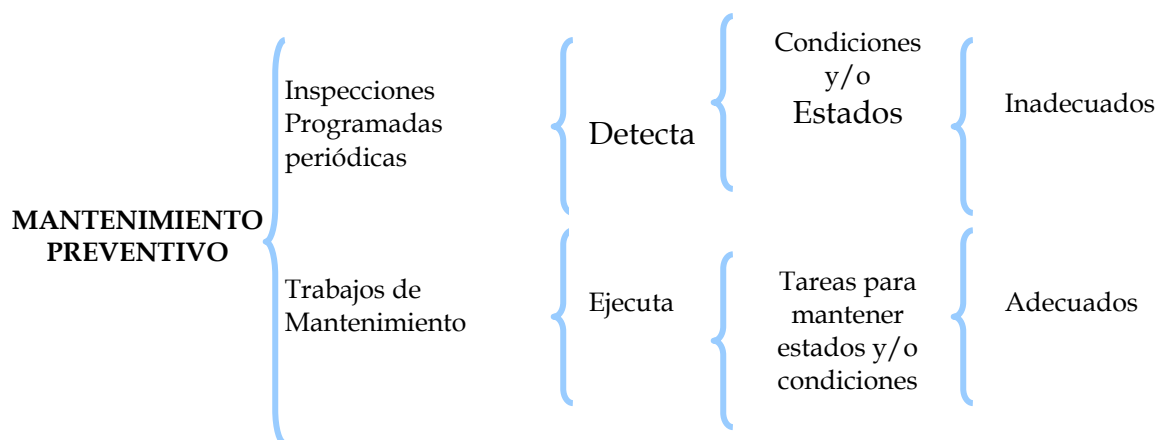
Los inconvenientes generados con esta forma de mantenimiento básicamente son: las fallas pueden presentarse en cualquier momento y las fallas no detectadas a tiempo pueden causar daños importantes en elementos y piezas en buen estado, se debe tener un stock alto de piezas y repuestos inmovilizados y se debe contar con personal altamente calificado y numeroso, pues las fallas deben ser corregidas de inmediato.

➤ **Mantenimiento correctivo programado.** Al igual que el anterior, se corrige la falla, la diferencia es que no existe el grado de urgencia que el anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con la producción. En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se acumulan tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución, para las paradas se emplean periodos de baja demanda, fines de semana, periodos de vacaciones y horas donde no se causen traumatismos al proceso de producción. Si bien muchas de las paradas son programadas, otras son obligadas por la aparición de fallas; por ello este sistema comparte casi las mismas desventajas o inconvenientes que el mantenimiento correctivo de emergencia.

Los sistemas correctivos no aseguran una buena marcha de los bienes e instalaciones y por ello se consideran poco confiables, sin embargo es imposible prescindir de el.

**Mantenimiento preventivo.** El mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos, con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo<sup>8</sup>.

### Actividades del Mantenimiento Preventivo



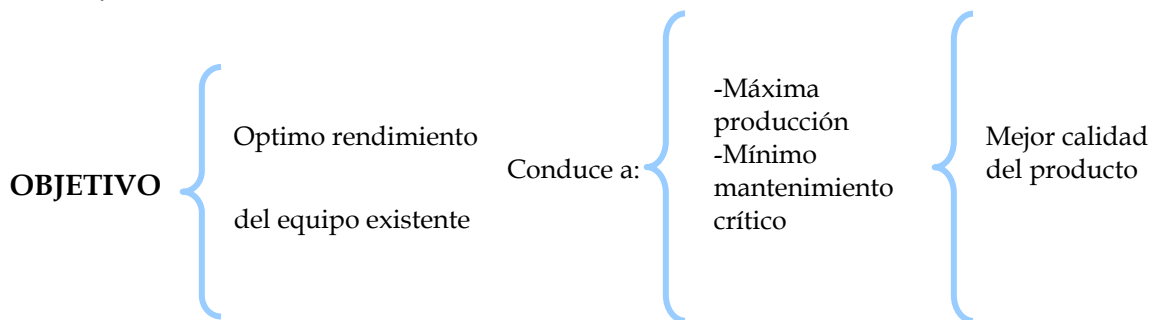
El objetivo que se desea alcanzar con la incorporación del mantenimiento preventivo es una producción máxima del equipo funcionando al mejor rendimiento posible, evitando desperfectos, detenciones y pérdidas de producción a través de un sistemas de inspecciones y trabajos de mantenimiento sistematizados, realizando ajustes y/o

<sup>8</sup>ARTEAGA, Rafael. QUINTERO, Miller y RODRÍGUEZ, Jesús. Modelo para la Administración del Mantenimiento en la Empresa Pollosan. Bucaramanga, 2000. p. 66.

reparaciones antes que se produzca una falla técnica que conduzca al mantenimiento en paro o crisis.

La fuente de información para el objetivo, está dada por dos cauces fundamentales que son la documentación técnica primaria o del fabricante y la documentación y/o experiencia propia.

### Objetivo del Mantenimiento Preventivo



Dentro de la información primaria se encuentran los manuales de mantenimiento, manuales de inspección, manuales de operación, manuales de reparación y recomendaciones técnicas actualizadas. La información propia se refiere a registros e historiales de mantenimiento y reparaciones existentes en la empresa y que informan sobre todas las actividades realizadas en los equipos e instalaciones.

#### ➤ Beneficios Logrados por el Mantenimiento Preventivo.

- Disminución del tiempo ocioso por menos paros imprevistos.
- Menor número de reparaciones en gran escala.
- Menor acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento.
- Menor cantidad de reparaciones repetitivas.

- Disminución de los costos de reparaciones antes de la falla (mantenimiento proactivo) debido a la menor fuerza de trabajo y la menor cantidad de repuestos utilizados.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, debido a la correcta adaptación de los equipos.
- Aplazamiento o eliminación de los reemplazos prematuros de equipo debido a su mejor conservación y aumento de la vida probable.
- Mejor necesidad de equipo en operación por los mayores rendimientos.
- Reducción de los costos de mantenimiento por mano de obra y materiales debido al trabajo de optimización de las operaciones de mantenimiento y la disminución de las reparaciones por fallo imprevisto.
- Mejor control del trabajo por la utilización de programas y procedimientos adecuados.
- Reducción y control de los niveles de inventario de repuestos.
- Mejores relaciones industriales porque los trabajadores de producción no sufren pérdidas de unificaciones por los pasos imprevistos.
- Menores costos de seguros y mayor seguridad para los trabajadores y la planta.
- Menores costos de producción.

➔ **Desventajas del mantenimiento preventivo.**

⚡ **Cambios innecesarios.** Para aumentar la vida útil de un elemento, se procede a su cambio, encontrándose muchas veces muchas veces que el elemento que se cambia, podría ser utilizado durante un tiempo más prolongado. Entre otros casos, al realizar algún trabajo sobre el equipo, se observa la necesidad de reemplazar piezas menores, cuyo costo no es representativo, con el fin de prolongar la vida del conjunto, esto puede incurrir en el reemplazo o cambio prematuro de partes.

➤ **Problemas iniciales de operación.** Al desarmar y montar piezas nuevas, se rearma y se efectúan las primeras pruebas de funcionamiento, en este momento se pueden presentar diferencias en la estabilidad e irregularidades en la operación. Esta situación se da si las piezas no presentan el ajuste recomendado por mala instalación o por usar piezas no adecuadas y sin las especificaciones exigidas, otras veces, es debido a la aparición de fugas o pérdidas que antes de la reparación no existían, esta situación se puede dar si durante el armado se modificaron posiciones de piezas que provocan vibraciones por desbalanceo de las partes rotantes.

➤ **Costo en inventarios.** Los costos son previsibles, permite un mejor control de la gestión de repuestos, aunque el costo de inventarios sigue siendo alto.

➤ **Mantenimiento no efectuado.** Si por alguna razón, no se realiza una tarea de mantenimiento prevista, se alteran los periodos de intervención y se producirán traumatismos en la prestación del servicio.

➤ **Planeación del mantenimiento preventivo.** Para realizar una planeación adecuada de las acciones que involucra el mantenimiento preventivo se debe:

➤ Definir las partes o elementos que serán objeto de este tipo de mantenimiento.

➤ Establecer los periodos de tiempo y los trabajos a realizar.

➤ Agrupar los trabajos en una época para efectuar las intervenciones programadas.

➤ Determinar los costos que representa la implementación de este plan de mantenimiento.

Los trabajos a realizar dentro de un plan de mantenimiento preventivo, incluyen:

- **Inspecciones periódicas:** donde se adelantan las acciones de lubricación, limpieza, arranque y parada de equipos, chequeo de protecciones y salvaguardas y el

diagnóstico de elementos fundamentales para la operación de equipos e instalaciones.

- **Sustitución sistemática:** recambio de partes cada cierto periodo de tiempo.

## DOCUMENTACIÓN BÁSICA PARA LA GESTION DEL MANTENIMIENTO

Una excelente gestión del mantenimiento sólo puede ser posible con un excelente Sistema de información que lo apoye, porque además de asegurar el dato preciso en el instante oportuno, es fuente para el análisis estadístico y obtención de los indicadores de gestión y costos del sistema de mantenimiento; facilita la presentación de informes y contribuye al control continuo de las posibles desviaciones de los objetivos trazados en las políticas gerenciales del mantenimiento<sup>9</sup>.

El objetivo fundamental del sistema de información para el mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y la evaluación de su gestión.

Toda empresa por pequeña que sea tiene un mínimo de información sobre sus equipos, son los manuales y catálogos de operación y servicio suministrados por los proveedores o vendedores. Con ellos se puede iniciar un sistema de información.

El éxito de la documentación en un programa de Mantenimiento, radica en que sea ágil, fácil de entender, de diligenciar y de administrar, además debe contener toda la información que le permita cumplir con sus objetivos.

---

<sup>9</sup> GONZÁLEZ, Carlos Ramón. Ingeniería de Mantenimiento. Bucaramanga, 2001.. cap. 4.

## NIVELES DE INFORMACIÓN

La información que se maneja como respaldo a un programa de mantenimiento se debe ubicar en niveles de información, dependiendo del tipo de datos y a quien le interesen estos. Teniendo en cuenta lo anterior se pueden identificar tres niveles de información<sup>10</sup>:

- ❖ **Información para la dirección.** En este nivel se deben tener en cuenta todos aquellos datos que relacionan costos de mantenimiento, repuestos y su seguimiento y datos de gestión de las acciones de mantenimiento, así que permite a la dirección hacer un seguimiento de estos aspectos, evaluarlos y analizarlos por indicadores y determinar las acciones a seguir.
- ❖ **Información para las operaciones.** En este nivel se manejan los datos que permiten conocer los parámetros fundamentales para la ejecución de trabajos en los equipos, datos técnicos de estos, historiales de equipos, órdenes de trabajo y la influencia de los equipos en los procesos, para así poder establecer una base de datos de toda la infraestructura técnica.
- ❖ **Información para el puesto de trabajo.** En este nivel se involucran los datos referentes a necesidades de formación del personal, de cara a la implementación del programa de mantenimiento, a los perfiles de estos y a los incentivos que esto conlleva.

---

<sup>10</sup> Estudio de las Necesidades Formativas en el Área de Mantenimiento Preventivo Industrial. Andalucía. II Acuerdo de Formación Continua y del Fondo Social Europeo. 1999. p. 18-22

## **FIABILIDAD EN LA CAPTACIÓN DE DATOS**

Los datos utilizados en la elaboración de la información que posteriormente será analizada, deben ser lo más fiable posibles. El diseño de los formatos debe ser sencillo, fácil de diligenciar y de interpretar, de tal manera que la información registrada este estandarizada y organizada, llena de datos útiles y fiables para planeación, ejecución y control de las actividades<sup>11</sup>.

No solo contar con excelentes documentos para la recolección de datos garantiza su veracidad, es necesario impartir formación y concientizar al personal que va a contribuir en esta tarea, para que la fiabilidad y la eficacia en la recolección de datos se vean reflejadas en la práctica diaria.

## **FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL AREA DEL MANTENIMIENTO**

Para lograr que la labor del Área de Mantenimiento sea efectiva, es de suma importancia definir sus funciones y responsabilidades dentro de la empresa. Este departamento responderá por dos tipos de funciones:

### **Funciones técnico-operativas**

Comprende todas las actividades a las que el departamento de mantenimiento tiene que dar solución sobre los equipos y procesos a su cargo, para que la actividad operativa de la empresa no se vea afectada.

---

<sup>11</sup> TARAZONA, Pedro y GÓMEZ, Iván. Programa de Mantenimiento Preventivo para la Planta de Beneficio de la Empresa Avidesa Mac Pollo S.A. Bucaramanga. 2004.

## Funciones administrativas

Las funciones administrativas del mantenimiento están compuestas por la planeación, la ejecución, el control de todo lo referente a la implementación y desarrollo de la Gestión de mantenimiento en la empresa.

- ❖ **Planear.** Es el conjunto de actividades que a partir de las necesidades de mantenimiento definen el curso de acción. Es el primer paso del proceso administrativo en el cual se pretende generar las bases para el desarrollo del programa de mantenimiento. Dentro de la planificación se consideran dos aspectos cronológicos importantes que son:
  - **Planeación a largo plazo.** En algunas empresas estos planes se realizan para períodos de dos a cinco años; el propósito principal en lo concerniente a Mantenimiento es fijar objetivos y políticas de la empresa.
  - **Planeación a corto plazo.** Comprende lapsos de seis meses a un año generalmente y se realiza bajo la administración del área de Mantenimiento.
- ❖ **Ejecutar.** La función de ejecución es clara y obvia, realizar los trabajos de mantenimiento establecidos en el programa, así como el mantenimiento correctivo que inesperadamente se presente. Esta función puede ser realizada por el personal de la propia empresa o por contratos externos.
- ❖ **Controlar.** Es el conjunto de actividades que permiten evidenciar y verificar la correcta ejecución de lo planeado y dispuesto, así como evaluar la gestión de mantenimiento.

## Anexo N. Control de Calidad

Con el fin de dar cumplimiento al **Decreto 475/98** del Ministerio de Salud que reglamenta la calidad del agua potable, se evalúan los siguientes parámetros en el agua tratada: pH, color, turbiedad, hierro total, dureza total, cloruros, sulfatos, nitritos, cloro residual, olor y sabor, sustancias flotantes, e índice de coliformes totales y fecales.

Con periodicidad cuatrimestral se evalúa la calidad de las fuentes de abastecimiento de cada planta de tratamiento, con el fin de conocer su comportamiento en las diferentes épocas climáticas y evaluar cualquier eventual contaminación. Los análisis efectuados son los siguientes: acidez, sólidos totales, disueltos y suspendidos, DQO, DBO, oxígeno disuelto, calcio, magnesio, manganeso, nitritos, nitratos, amoníaco, fosfatos, sílice, hierro, sulfatos, cloruros, pH, conductividad, aluminio residual, zinc, cobre, cadmio, plomo, cianuro y mercurio.

En el siguiente cuadro se resume el estado promedio de la calidad de estas aguas:

PARÁMETRO	UNIDADES	SISTEMA		
		R. SURATA	R. TONA	R. FRIO
TURBIEDAD	N.T.U.	55.0	8.0	26.0
COLOR	U.P.C.	87.0	26.0	81.0
pH	Unidades	8.1	7.9	7.9
ALCALINIDAD TOTAL	mg / L. CaCO <sub>3</sub>	59.67	54.35	29.34
COLIFORMES TOTALES	NMP / 100 ml.	140,631	5,382	10
COLIFORMES FECALES	NMP / 100 ml.	28,077	508	2,175

Con periodicidad anual se evalúan trihalometanos y plaguicidas en el agua tratada, encontrándose ausencia de estos contaminantes en el agua potable.

En la planta Bosconia se continuó con el análisis de Mercurio y Cianuro en el agua cruda y tratada, con el fin de evaluar cualquier contaminación que sobrepase los límites permisibles. Los resultados obtenidos indican la ausencia de estos contaminantes en el agua tratada.

De acuerdo con los resultados obtenidos, todos los parámetros evaluados cumplen con los requisitos establecidos en la Norma.

En el siguiente cuadro se presenta el resumen de calidad microbiológica del agua tratada para cada mes tanto en las plantas como en la red de distribución.

MES	TOTAL DE MUESTRAS ANALIZADAS	MUESTRAS QUE PRESENTAN EL GRUPO COLIFORME	MUESTRAS QUE PRESENTAN EL GRUPO COLIFORMES FECALES	PORCENTAJE DE ACEPTABILIDAD
Enero	352	5	0	98,6 %
Febrero	376	7	0	98,1 %
Marzo	384	3	0	99,2 %
Abril	348	3	0	99,1 %
Mayo	392	3	0	99,2 %
Junio	364	5	0	98,6 %
Julio	371	16	0	95,7 %
Agosto	374	9	0	97,6 %
Septiembre	358	6	0	98,3 %
Octubre	391	4	0	99,0 %
Noviembre	364	1	0	99,7 %
Diciembre	392	0	0	100,0 %

Porcentaje de aceptabilidad agua apta para consumo :

**95 - 100 %**

Para dar cumplimiento a los artículos 33 y 34 del Decreto 475/98, el laboratorio de Control de Calidad Aguas, empezó a implementar el Sistema de Aseguramiento de la Calidad siguiendo las pautas y requisitos de la Guía ISO/IEC 25, con el fin de lograr la acreditación del laboratorio ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

Actualmente se han implementado los siguientes documentos del Sistema de Calidad:

- ❖ Manual de Calidad.
- ❖ Manual de procedimientos técnicos.
- ❖ Procedimiento de elaboración de documentos.
- ❖ Manual de manejo de equipos que incluye hojas de vida y programa de mantenimiento y calibración.
- ❖ Manual de bioseguridad.