

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE COMPRA Y ADMINISTRACIÓN DE  
INVENTARIOS DE INSUMOS QUÍMICOS Y SUMINISTROS EN EL  
ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

**CARLOS ALBERTO GÓMEZ SALAMANCA**

**ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA**

**2005**

**MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE COMPRA Y ADMINISTRACIÓN DE  
INVENTARIOS DE INSUMOS QUÍMICOS Y SUMINISTROS EN EL  
ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTOR:  
CARLOS ALBERTO GÓMEZ SALAMANCA**

**DIRECTOR:  
GUSTAVO ALFREDO BULA  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
BUCARAMANGA**

**2005**

## DEDICATORIA

*A mis padres por  
el ejemplo y apoyo  
incondicional que me  
brindaron a lo largo  
de este proceso*

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor agradece especialmente a la ingeniera Diana Lucia Calderón por el apoyo y la colaboración brindada para que este proyecto se hiciera realidad.

De la misma forma agradece al ingeniero William Ibáñez y la ingeniera Yolanda Arboleda por permitir el desarrollo de este proyecto. A los jefes de las diferentes plantas de tratamiento, el ingeniero Isidro Ardila, el ingeniero Javier Quiroga y el químico John Barreneche, por sus grandes aportes.

Al profesor Gustavo Alfredo Bula por sus consejos claves en la realización del proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	17
1 GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	18
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	18
1.3 OBJETIVOS .....	19
1.3.1 Objetivo general .....	19
1.3.2 Objetivos específicos .....	19
1.4 ALCANCE .....	20
2 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA .....	21
2.1 RAZÓN SOCIAL .....	21
2.2 OBJETO SOCIAL .....	21
2.3 INSTALACIONES .....	21
2.3.1 Planta de Tratamiento de Agua Bosconia .....	22
2.3.2 Planta de Tratamiento de Agua La Flora .....	23
2.3.3 Planta de Tratamiento de Agua Morrórico .....	24
2.3.4 Planta de Tratamiento de Agua Floridablanca .....	25
2.4 ENFOQUE ESTRATÉGICO .....	26
2.5 POLÍTICA DE CALIDAD .....	27
2.6 RESEÑA HISTÓRICA .....	27
2.7 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA .....	30
2.8 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO .....	31
3 MARCO TEÓRICO .....	34
3.1 GESTIÓN DE PROCESOS .....	34
3.1.1 Enfoque por procesos .....	35
3.2 PRONÓSTICOS .....	38
3.2.1 Métodos de análisis de series de tiempo .....	39

3.2.2 Seguimiento al sistema de pronósticos.....	44
3.3 CLASIFICACIÓN ABC .....	46
3.4 INVENTARIOS.....	47
3.4.1 Costos del inventario. ....	47
3.4.2 Sistemas de inventarios.....	48
3.5 ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS.....	51
3.5.1 Actividades de Control. ....	52
3.6 INDICADORES DE GESTIÓN .....	54
3.6.1 Metodología general para el establecimiento de indicadores de gestión .....	56
4 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE COMPRA Y ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS.....	58
4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS.....	58
4.2 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS.....	58
4.2.1 Políticas para la gestión de las compras.....	60
4.2.2 Procedimiento de compra .....	61
4.2.3 Responsables del área .....	63
4.2.4 Proveedores Externos .....	63
4.2.5 Contacto con los proveedores .....	64
4.2.6 Especificaciones de los Insumos Químicos .....	65
4.2.7 Registro de Información .....	65
4.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS DE INSUMOS QUÍMICOS Y SUMINISTROS.....	66
4.3.1 Manejo de los inventarios .....	67
4.3.2 Responsables del Proceso .....	67
4.3.3 Información de la administración de inventarios .....	67
4.3.4 Almacenamiento .....	68
4.4 ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS .....	69
4.4.1 Proceso de compras .....	69
4.4.2 Proceso de administración de inventarios.....	70
4.5 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA .....	80

4.5.1 Oportunidades de mejora para el proceso de compras .....	80
4.5.2 Oportunidades de mejora para el proceso de administración de inventarios.....	82
5 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS.....	83
5.1 MEJORA DEL PROCESO DE COMPRAS .....	83
5.1.1 Sensibilización del personal.....	83
5.1.2 Documentación y Normalización.....	83
5.2 MEJORA DEL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS DE INSUMOS QUÍMICOS Y SUMINISTROS.....	84
5.2.1 Selección de las referencias .....	85
5.2.2 Análisis de consumos .....	87
5.2.3 Establecimiento de indicadores de gestión .....	89
5.2.4 Pronósticos .....	91
5.2.5 Diseño del modelo de Control de Inventarios .....	104
5.2.6 Implementación del modelo de Control de inventarios .....	130
5.2.7 Evaluación del modelo de control de inventarios implementado.....	140
5.2.8 Evaluación del modelo de pronósticos.....	142
5.2.9 Evaluación de los indicadores de gestión .....	144
5.2.10 Herramienta informática de apoyo a la administración de inventarios .....	146
5.2.11 Sensibilización del personal .....	152
5.2.12 Identificación de las especificaciones de los productos.....	154
5.2.13 Manejo de las bodegas de insumos químicos.....	154
5.2.14 Capacitación al personal .....	155
5.2.15 Capacitación en el manejo de los sistemas de información .....	156
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	158
6.1 CONCLUSIONES .....	158
6.2 RECOMENDACIONES.....	160
GLOSARIO .....	233
BIBLIOGRAFÍA.....	237

## TABLA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Proveedores de Insumos químicos .....	64
Cuadro 2. Puntuación del diagnóstico .....	73
Cuadro 3. Porcentaje de cumplimiento .....	75
Cuadro 4. Frecuencia de respuestas en la encuesta inicial .....	75
Cuadro 5. Demanda de Insumos químicos – años 2.000 a 2.004 .....	93
Cuadro 6. Comparación de los modelos de pronóstico .....	98
Cuadro 7. Consumos de insumos químicos planta Bosconia – años 2.000 a 2.004 .....	99
Cuadro 8. Pronóstico de consumo de sulfato de aluminio para el primer trimestre del año 2.005 en la planta de tratamiento Bosconia .....	100
Cuadro 9. Consumos de insumos químicos planta La Flora – años 2.000 a 2.004 .....	101
Cuadro 10. Consumos de insumos químicos planta Morrórico – años 2.000 a 2.004 .....	102
Cuadro 11. Consumos de insumos químicos planta Floridablanca – años 2.000 a 2.004 .....	103
Cuadro 12. Sueldos de los funcionarios que intervienen en las órdenes de abastecimiento.....	108
Cuadro 13. Costo minuto de los funcionarios que intervienen en las órdenes de abastecimiento.....	109
Cuadro 14. Costo de papelería para aprovisionamiento.....	110
Cuadro 15. Costo del lanzamiento de una solicitud de despacho parcial al proveedor contratado.....	113
Cuadro 16. Costo del lanzamiento de una orden de compra.....	116

Cuadro 17. Costo del lanzamiento de una orden de contratación .....	118
Cuadro 18. Convenciones de cálculo .....	123
Cuadro 19. Paralelo del Costo Total – Modelo Teórico y Tradicional .....	136
Cuadro 20. Paralelo del Costo Total – Modelo Implementado y Tradicional .....	139
Cuadro 21. Frecuencia de las respuestas en la encuesta final.....	141
Cuadro 22. Evaluación al modelo de pronósticos.....	142
Cuadro 23. Resultado indicador de gestión del nivel de servicio.....	144
Cuadro 24. Recopilación de indicadores de gestión .....	145

## TABLA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua Bosconia.....	23
Figura 2. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua La Flora .....	24
Figura 3. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua Morrórico .....	25
Figura 4. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua Floridablanca .....	26
Figura 5. Organigrama del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.....	31
Figura 6. Diagrama del Proceso de Tratamiento de Agua .....	33
Figura 7. Diagrama Método Sistemático de Mejora de Procesos .....	38
Figura 8. Caracterización del Proceso de Compras.....	59
Figura 9. Procedimiento General de Compra de insumos químicos y suministros.....	61
Figura 10. Caracterización del proceso de Administración de Inventarios.....	66
Figura 11. Consumo de insumos químicos años 2.000 a 2.004 .....	79
Figura 12. Diagrama Causa-Efecto del Proceso de Compras .....	81
Figura 13. Diagrama Causa-Efecto del proceso de administración de inventarios.....	82
Figura 14. Participación de las plantas de tratamiento en el consumo de insumos químicos tipo A.....	88
Figura 15. Aportes al sistema de distribución de agua potable - Año 2004 .....	89
Figura 16. Comparación del Modelo de suavizamiento exponencial con tendencia contra la demanda 2.004 .....	95
Figura 17. Señal de rastreo modelo de suavizamiento exponencial con tendencia.....	95

Figura 18. Comparación del Modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente contra la demanda 2.004.....	97
Figura 19. Señal de rastreo modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente .....	97
Figura 20. Diagrama de flujo del lanzamiento de una solicitud de despacho parcial al proveedor contratado .....	112
Figura 21. Diagrama de flujo del lanzamiento de una orden de compra.....	115
Figura 22. Diagrama de flujo del lanzamiento de una orden de contratación .....	118
Figura 23. Diagrama de flujo para obtener el modelo de administración de inventarios teórico.....	129
Figura 24. Diagrama de flujo de la aplicación del modelo de administración de inventarios.....	133
Figura 25. Señal de rastreo .....	143
Figura 26. Caracterización del Proceso de Tratamiento de Agua.....	153

## TABLA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Formato Pedido .....	162
Anexo 2. Formato Solicitud de Cotización .....	163
Anexo 3. Formato Matriz Comparativa .....	164
Anexo 4. Formato Orden de Compra.....	165
Anexo 5. Formato Movimiento Diario de Insumos Químicos .....	166
Anexo 6. Control de Insumos Químicos.....	167
Anexo 7. Certificado de Calidad.....	168
Anexo 8. Certificado de Control de Calidad .....	169
Anexo 9. Encuesta Jefes de Planta .....	170
Anexo 10. Listado de documentos generados y normalizados.....	171
Anexo 11. Listado de productos del proceso de tratamiento .....	173
Anexo 12. Costo del inventario de insumos químicos y suministros – Año 2.004 .....	174
Anexo 13. Costo de inventario de insumos químicos tipo A y tipo B a fin de enero de 2.005.....	175
Anexo 14. Evaluación modelo suavizamiento exponencial con tendencia .....	176
Anexo 15. Evaluación modelo suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente.....	177
Anexo 16. Pronóstico insumos químicos tipo A y B de las plantas de tratamiento para el primer trimestre del año 2.005.....	178
Anexo 17. Costo del inventario de insumos químicos y suministros. Año 2.004 .....	179
Anexo 18. Desviación Estándar del Error de acuerdo al pronóstico hasta el último trimestre del año 2.004 .....	180

Anexo 19. Datos iniciales para la aplicación del modelo .....	181
Anexo 20. Caracterización del modelo de control de inventarios teórico .....	182
Anexo 21. Caracterización del modelo de control de inventarios teórico – Costos .....	183
Anexo 22. Caracterización del modelo de control de inventarios tradicional .....	184
Anexo 23. Caracterización del modelo de control de inventarios tradicional – Costos .....	185
Anexo 24. Variaciones en los parámetros del modelo teórico diseñado versus el modelo implementado .....	186
Anexo 25. Caracterización del modelo aplicado .....	187
Anexo 26. Caracterización del modelo aplicado – Costos .....	188
Anexo 27. Seguimiento al modelo de control de inventario .....	189
Anexo 28. Costo del inventario de insumos químicos a fin de mes – Febrero del año 2.005 .....	190
Anexo 29. Costo del inventario de insumos químicos a fin de mes – Marzo del año 2.005 .....	191
Anexo 30. Inventario valorizado de insumos químicos a fin de mes año 2.004 .....	192
Anexo 31. Cronograma de reuniones de capacitación .....	193
Anexo 32. Guía Manejo de insumos químicos .....	194
Anexo 33. Guía manejo de bodegas de insumos químicos en las plantas de tratamiento .....	206
Anexo 34. Generación de un pedido mediante módulo SAFI .....	216

TITULO	MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE COMPRAS Y ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS DE INSUMOS QUÍMICOS EN EL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.*
AUTOR	CARLOS ALBERTO GÓMEZ SALAMANCA**
PALABRAS CLAVE	MEJORAMIENTO DE PROCESOS, PROCEDIMIENTOS PROCESOS, ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS, PRONÓSTICOS, CLASIFICACIÓN ABC.
RESUMEN	<p>Este documento contiene el diseño y la implementación de mejoras para los procesos de apoyo relacionados con las compras y la administración de inventarios de insumos químicos y suministros en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., empresa prestadora del servicio público domiciliario de distribución de agua potable a los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.</p> <p>El documento está dividido en seis capítulos, durante los tres primeros se presentan las generalidades del proyecto, una descripción de la empresa en la cual se desarrollaron las mejoras y los fundamentos teóricos sobre los cuales se basó el proyecto. En la etapa inicial se llevó a cabo un diagnóstico de los procesos de la organización, con el fin de identificar las causas de las ineficiencias de cada proceso, razón por la cual se destacaron los procedimientos, controles, políticas de la empresa y los responsables de cada proceso.</p> <p>Teniendo las causas de la ineficiencia identificadas, se diseñaron mejoras dirigidas a corregir los problemas existentes, se realizó seguimiento a los procesos mediante indicadores de gestión para medir el desempeño de las acciones emprendidas. Finalmente se concluyó sobre el cumplimiento de los objetivos y se plantearon recomendaciones para la organización, las cuales buscan garantizar la continuidad y mejora de las acciones emprendidas.</p>

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Ingeniería Industrial, Gustavo Alfredo Bula

TITLE IMPROVEMENT OF SHOPPING AND INVENTORY MANAGEMENT PROCESSES OF CHEMICAL INPUTS AND SUPPLIES IN THE METROPOLITAN AQUEDUCT OF BUCARAMANGA S.A. E.S.P.\*

AUTHOR CARLOS ALBERTO GÓMEZ SALAMANCA\*\*

KEY WORDS PROCESSES IMPROVEMENT, PROCEDURES, PROCESSES, INVENTORY MANAGEMENT, FORECASTING, ACTIVITY BASED COSTING.

ABSTRACT This document contains the design and implementation of improvements for the support processes related to shopping and inventory management of chemical inputs and supplies at Metropolitan Aqueduct of Bucaramanga S.A. E.S.P. This company is dedicated to provide domiciliary public service of potable water distribution to the surrounding towns of Bucaramanga, Floridablanca and Girón.

The document is divided in 6 chapters. Along the chapters 1, 2 and 3 the project generalities are introduced, a description of the company and theoretical concepts in which this project was based. In the initial stage a diagnostic of the processes in the organization was performed, looking forward to identifying the causes of the inefficiencies of each process and this is the reason why the procedures, controls, company policies and responsibilities were highlighted.

Having already identified the inefficiency causes, the improvements focused to remediate the existing problems were designed. It was performed a tracking of the processes by management indicators to determine the performance of the applied actions. Finally, it was concluded about the objectives accomplishment, and recommendations were suggested for the organization, whose intention was to guarantee the continuity and improvement of the taken actions.

---

\* Graduation work

\*\* College of Physics and Mechanics Engineering. Industrial Engineering, Gustavo Alfredo Bula

## INTRODUCCIÓN

Una administración eficiente de los inventarios brinda una ventaja competitiva muy valiosa, ya que ofrece a la organización la oportunidad de desenvolverse de una mejor forma en el mercado, dándole mayor claridad en el desarrollo de sus actividades básicas y le permitiéndole un mejor aprovechamiento de sus recursos financieros.

El principal propósito de este proyecto es crear las bases de un modelo de control de inventarios para la administración de los insumos químicos y suministros involucrados en el proceso de tratamiento, que permita mejorar su gestión y obtener mayores rendimientos económicos. Igualmente es de ayuda para la implementación del sistema de gestión de la calidad, al revisar y actualizar la documentación relacionada con los procesos de compras y administración de inventarios

Inicialmente se llevó a cabo el conocimiento de la organización, poniendo especial atención en los procesos de tratamiento del agua y compras; luego de contar con un diagnóstico inicial, se procedió a diseñar una propuesta que fue presentada ante la empresa y corregida de acuerdo con las necesidades de la organización, se implementó y se hizo un seguimiento de los resultados obtenidos, aplicando indicadores de gestión que permitan evaluar los logros alcanzados y sugerir posibles acciones de mejora.

El desarrollo de este proyecto permitió la aplicación de los conceptos aprendidos a través de los años cursados en la academia, demostrando así la importancia de sustentar sobre una base teórica las actividades y decisiones tomadas al interior de toda organización.

## **1 GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Un eficiente manejo de los procesos de apoyo de toda organización garantiza una gestión adecuada a los requerimientos de la dirección, además de garantizar el máximo aprovechamiento de los recursos financieros de la empresa. Si alguno de los procesos presenta un desempeño deficiente, esto se verá reflejado en toda la organización, ocasionando un impacto desfavorable en el desarrollo de los procesos operativos.

Los procesos de Compra y Administración de Inventarios de insumos químicos que se realizan en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. tienen especial importancia ya que son los encargados de proveer al proceso de Tratamiento de Agua los productos necesarios para convertir el agua captada de las fuentes naturales en Agua Potable apta para el consumo humano y posteriormente distribuirla a la población de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón. La problemática radica en que la administración de los inventarios de insumos químicos y suministros empleados se viene realizando de una manera poco eficiente generando unos costos elevados y un exceso de inventarios en las bodegas de las Plantas de Tratamiento.

### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. siendo una organización prestadora de un servicio público domiciliario como lo es la distribución de agua potable, reconoce su gran responsabilidad social y empresarial, razón por la cual debe asegurar la continuidad del suministro de agua potable a la población de los

municipios de Bucaramanga, Girón y Floridablanca, así como también se encuentra en la obligación de cumplir con los parámetros establecidos para la calidad del agua tratada.

Teniendo en cuenta la importancia que ha tomado la gestión presupuestal en las empresas con capital estatal en la presente administración del gobierno colombiano, se hace imperante adoptar una política de administración de inventarios que sustente un manejo racional de los recursos asignados a la organización, para de esta forma asegurar una gestión eficiente y transparente, acorde con los lineamientos del estado, reduciendo los costos que implican mantener un inventario de seguridad basado en supuestos y paradigmas de quienes han venido manejando las compras y el almacén general de la empresa.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Mejorar los procesos de compra y administración de inventarios de insumos químicos y suministros del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico que permita observar la situación actual del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. teniendo en cuenta los sistemas de control de inventarios, el manejo de los almacenes, el software y los documentos utilizados para su seguimiento.
- Sensibilizar al personal del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. sobre la importancia de una respuesta eficiente en todas las actividades de apoyo de la empresa.

- Capacitar al personal del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. en el manejo de los sistemas de información y administración de la cadena de suministro.
- Diseñar y documentar los elementos necesarios para la mejora de los sistemas de compra y administración de inventarios.

#### **1.4 ALCANCE**

Realizar un diagnóstico de los procesos de compra y administración de inventarios de insumos químicos y suministros que maneja el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., que permita formular propuestas de mejora en las áreas de la organización que intervienen directamente en estos procesos, así como el manejo de los registros de información que resulta del desarrollo de estas actividades de apoyo, aplicando indicadores de gestión que permita medir y realizar un seguimiento del impacto de las mejoras propuestas.

## **2 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA**

### **2.1 RAZÓN SOCIAL**

Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

### **2.2 OBJETO SOCIAL**

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., tiene como objeto social la prestación de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado, Aseo, Energía, Distribución de Gas Combustible, Telefonía y demás servicios de Telecomunicaciones; así como las actividades complementarias propias a todos y cada uno de estos Servicios Públicos; el tratamiento y aprovechamiento de las basuras, y las conexas como el Servicio de Alumbrado Público. Lo anterior sin perjuicio de la posibilidad de producir y distribuir aguas con valor agregado en forma complementaria.<sup>1</sup> Actualmente la organización se dedica exclusivamente a la prestación del servicio público domiciliario para los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

### **2.3 INSTALACIONES**

La organización tiene su edificio administrativo ubicado en el Parque del Agua de Bucaramanga cuya dirección es Diagonal 32 No. 30A-51. Las instalaciones operativas de la empresa, conocidas como plantas de tratamiento se encuentran ubicadas en diferentes puntos del área metropolitana de Bucaramanga teniendo en cuenta las fuentes de captación de agua cruda de las cuales se abastece cada

---

<sup>1</sup> Información suministrada por Secretaría General del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

planta una. A continuación se presenta una breve descripción de cada una de ellas.

### **2.3.1 Planta de Tratamiento de Agua Bosconia**

Esta planta de tratamiento hace parte del proyecto Suratá, cuyos estudios fueron realizados en el año de 1980, y el cual se realizó con el objeto de ampliar el suministro al Área Metropolitana de Bucaramanga, con un horizonte de diseño al año 2000, el cual comprendió la construcción de: la captación del río Suratá, las siguientes obras: la infraestructura de pretratamiento (tanques desarenadores y presedimentadores), la planta de tratamiento de Bosconia, la estación de Bombeo de agua tratada, la subestación eléctrica, la línea de impulsión y el sistema de redes y Tanques para la distribución del agua a la ciudad.

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 del año 2003. La planta de Bosconia está localizada en la vía que conduce de Bucaramanga, al municipio de Matanza, al Nororiente de la ciudad, entre las cotas topográficas 685 y 675 metros sobre el nivel del mar. La planta tiene una capacidad de tratamiento de 2000 L/s, y es del tipo convencional con tanques desarenadores, presedimentadores, mezcla rápida, floculación mecánica, sedimentación y filtración. En la Figura 1 podemos observar una panorámica de la planta donde se pueden ver los tanques sedimentadores.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Información suministrada por la División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

**Figura 1. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua Bosconia**



### **2.3.2 Planta de Tratamiento de Agua 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 entre las cotas topográficas 1170 y 1195 metros sobre el nivel del mar. 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.<sup>3</sup> En la Figura 2 se observan los tanques sedimentadores y al fondo se puede apreciar el edificio donde se encuentran la oficina del jefe de planta, el puesto de trabajo del operador de planta y su ayudante, la bodega de insumos químicos, los dosificadores de insumos químicos y el laboratorio de muestras para el control de calidad del agua tratada.

---

<sup>3</sup> Información suministrada por la División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

**Figura 2. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua La Flora**



### **2.3.3 Planta de Tratamiento de Agua Morrórico**

La planta de Morrórico está localizada al Oriente de la carrera 33A entre la avenida Quebrada Seca y Calle 32 de Bucaramanga, entre las cotas topográficas 1050 y 1081 metros sobre el nivel del mar. La planta es de tipo convencional, con unidades de medición de caudal, mezcla rápida, floculación hidráulica, sedimentación y filtración; su capacidad es 400 L/s. (361,74 l/s año 1995). 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.<sup>4</sup> La Figura 3 es una panorámica de la Planta Morrórico.

---

<sup>4</sup> Información suministrada por la División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

**Figura 3. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua Morrорico**



#### **2.3.4 Planta de Tratamiento de Agua Floridablanca**

Está localizada en la zona Sur oriental del Área Metropolitana de Bucaramanga, en la parte alta de los barrios Bucarica y Caracolí del municipio de Floridablanca, a una altura media de 1042 metros sobre el nivel del mar. 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. La Planta Floridablanca está destinada a tratar aguas provenientes de las fuentes de la hoya del Río Frío, para abastecer la zona Sur del Área Metropolitana conjuntamente con la plantas Morrорico y La Flora (del sistema río Tona) y Bosconia (del sistema río Suratá), para constituir entre todas el sistema

de tratamiento de agua del triángulo Bucaramanga, Florida y Girón.<sup>5</sup> En la Figura 4 se presenta el edificio de La Planta Floridablanca y el floculador<sup>6</sup> hidráulico.

**Figura 4. Panorámica de la Planta de Tratamiento de Agua Floridablanca**



## 2.4 ENFOQUE ESTRATÉGICO

**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.”

---

<sup>5</sup> Información suministrada por la División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

<sup>6</sup> Floculador: Construcción hidráulica donde se agita lentamente el agua para aglutinar partículas más pequeñas en grandes denominadas FLOC'S.

**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.”<sup>7</sup>

## **2.5 POLÍTICA 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.”<sup>8</sup>

## **2.6 RESEÑA HISTÓRICA**

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. fue fundado por el Párroco de la Sagrada Familia Monseñor José de Jesús Trillos, tras 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.

---

<sup>7,8</sup> Información suministrada por el Gestor de Calidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

En los orígenes del Acueducto los habitantes de escasos recursos, parques, escuelas, hospitales, asilos y mataderos no pagaban ninguna tarifa de servicio porque la función social del Acueducto era la de facilitar el consumo de agua a las clases desamparadas. 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 necesito 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.

A partir de 1994 los retos de modernidad jurídica para las empresas de servicios públicos domiciliarios se determinan a través de la Ley 142. En 1997 la empresa trabaja en el programa de control de pérdidas, actividad que involucra una optimización de la micromedición y facturación, control de fugas en la red y de conexiones fraudulentas y la potenciación de todo el sistema a nivel de tanques.

Todo el sistema actual garantiza el abastecimiento del Agua demandada en el área Metropolitana de Bucaramanga hasta el año 2011, 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, Morro Rico y Floridablanca, y segundo con un sistema de bombeo del Río Suratá que suministra a la Planta de Bosconia.

El Acueducto desde su constitución tuvo un capital ciento por ciento privado, hasta el 31 de diciembre de 1975 cuando se realizó la nueva reforma estatutaria que convertiría a la empresa en la Compañía del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, sociedad de economía mixta. El año 2001 rompió la historia del Acueducto cuando se implementó un ambicioso Plan Estratégico hacia la Competitividad, el cual se basa en la modernización organizacional, el fortalecimiento del potencial de negociación, la consolidación de nuevos abastecimientos de agua, el mantenimiento y desarrollo del actual sistema, un mayor servicio al cliente y más atención a los recursos naturales.

En el año 2003 se reformaron nuevamente los estatutos sociales del acueducto y su razón social paso a ser Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. Empresa de Servicios Públicos Domiciliarios, de nacionalidad Colombiana, de carácter mixto, estructurada bajo el esquema de una sociedad por acciones, regulada por las Leyes 142 y 143 de 1994; todo esto junto con una nueva imagen corporativa, así mismo se trasladó a la nueva sede ubicada en el Parque del Agua (diagonal 32 No. 30A-51 - Bucaramanga), buscando brindarle tanto a los suscriptores y usuarios, 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.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> SARMIENTO, Mónica Patricia. Una historia verdadera: Primera edición, Bucaramanga: Universal de impresión, 1.997.

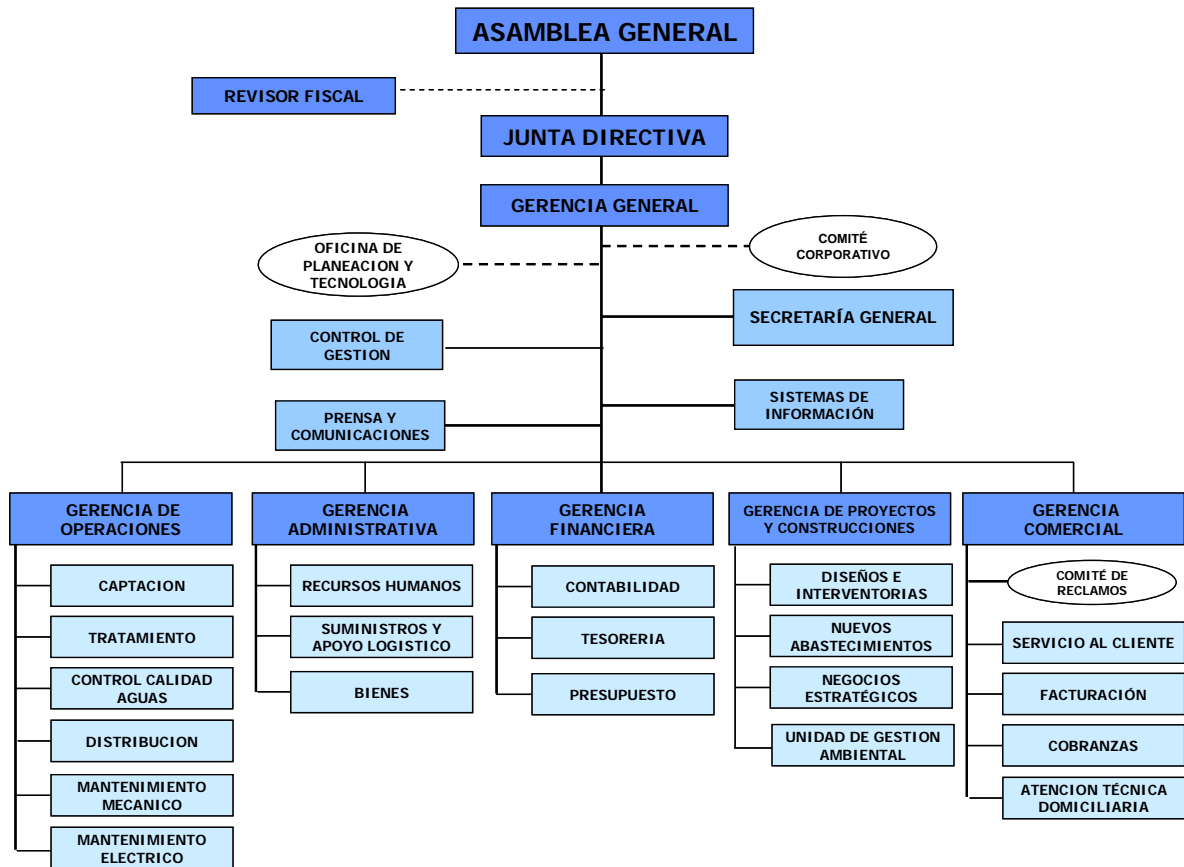
## **2.7 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA**

La organización se divide en cinco áreas con funciones bien diferenciadas y la Gerencia General la cual es la encargada de la planeación estratégica y velar por la gestión integral de los procesos.

La Gerencia Financiera es la encargada de manejar el presupuesto de la empresa, velar por su máximo aprovechamiento, garantizar la disponibilidad y correcta inversión de los recursos financieros. La Gerencia Administrativa se encarga del control del Recurso Humano y de suministrar los recursos necesarios para permitir el normal desarrollo de las actividades de la organización. La Gerencia Comercial es la encargada del recaudo por facturación y del servicio al cliente. La Gerencia de Planeación y Proyectos se ocupa de mantener los recursos naturales para asegurar la disponibilidad de agua en las fuentes naturales donde se capta, así mismo se encarga del estudio de nuevos abastecimientos y diseño de los sistemas hidráulicos.

El presente proyecto se desarrolla bajo la supervisión de la Gerencia de Operaciones, esta dependencia tiene la responsabilidad de garantizar la continuidad del proceso de Tratamiento del Agua, comenzando desde la captación, pasando por las plantas de tratamiento hasta las redes de distribución de agua apta para el consumo a la población, igualmente se encarga del mantenimiento de los equipos y estructuras necesarias para el correcto funcionamiento del proceso. A continuación en la Figura 5 se presenta el organigrama de la empresa.

Figura 5. Organigrama del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.



Fuente. Informe de Gestión Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. año 2.004

## 2.8 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

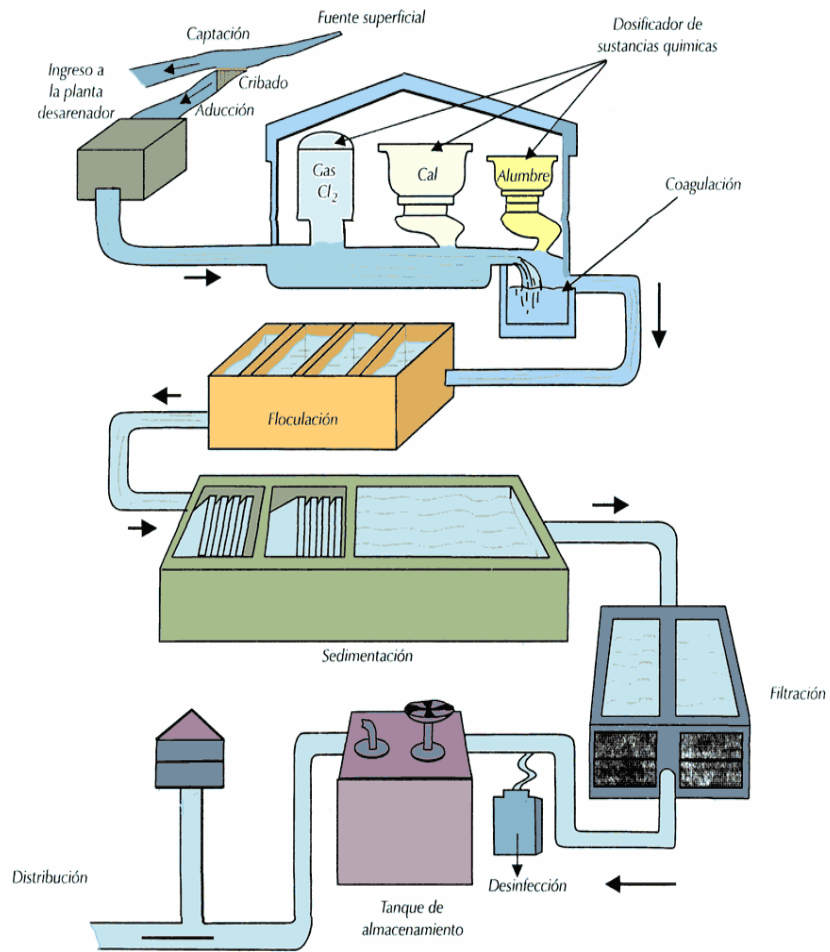
A continuación se describe brevemente el proceso al cual es sometida el agua cruda captada de los ríos, mediante el cual se convierte en agua potable apta para el consumo humano.

- Captación. A Través de ella se extrae del río o fuentes, el agua necesaria para el tratamiento.
- Desarenación. Es un mecanismo que ayuda a eliminar las arenas que contiene el agua evitando que se acumulen y causen erosión en las tuberías.
- Aducción. Gracias a este proceso se transporta el agua hasta la planta de tratamiento por medio de canales y tubos.

- Aeración. Consiste en eliminar olores y sabores producidos por gases disueltos. Se realiza por medio de saltos de agua.
- Presedimentación. Con este sistema se eliminan las partículas sólidas y la turbidez, en los tanques de aquietamiento.
- Medición de Flujo. Con la medición se determina el caudal o cantidad de agua que entra a tratamiento.
- Dosificación de Alumbre. Consiste en agregar al agua la cantidad necesaria de sulfato de aluminio, para eliminar la mayor cantidad de partículas.
- Mezcla Rápida. Ayuda a mezclar rápidamente el agua de tratamiento y el sulfato de aluminio, en este punto se adiciona Polímero Líquido para hacer más eficiente la floculación.
- Floculación. Se realiza por medio de la agitación lenta del agua, que se lleva a cabo para aglutinar partículas más pequeñas en grandes denominadas FLOC'S.
- Sedimentación. A través de ella se separa el agua de los FLOC'S los cuales se decantan en el fondo de los tanques de sedimentación.
- Filtración. Este mecanismo hace que las partículas de turbidez que no fueron retenidas en la sedimentación, sean totalmente eliminadas.
- Desinfección. Con ella, se adiciona la cantidad de cloro necesaria para destruir los microorganismos que puedan estar presentes en el agua.
- Control de Calidad. Se analiza el agua de los ríos, las plantas de tratamiento y en la red, mediante ensayos de laboratorio.
- Almacenamiento. Finalmente, el agua tratada sale de las plantas de tratamiento hacia los tanques de almacenamiento para distribuirla por tuberías hacia los barrios.

La Figura 6 muestra todo el recorrido del proceso de tratamiento desde que el agua cruda es captada, los diferentes subprocesos que se le aplican hasta que se convierte en agua potable y posteriormente se distribuye.

**Figura 6. Diagrama del Proceso de Tratamiento de Agua**



Fuente. Titulación de Operación de Sistemas de Potabilización de Agua, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

### **3 MARCO TEÓRICO**

La mejor forma de intentar resolver algún tipo de problemática, es conocer de primera mano los conceptos teóricos sobre los cuales la posible solución o mejora puede estar soportada. En el caso de la administración de las materias primas e insumos se deben tener presentes los conceptos de pronósticos, medición del error, clasificación ABC y modelos de gestión de inventarios. Con el fin de obtener un fundamento teórico para sustentar la administración de inventarios de insumos químicos y suministros se consultaron diversos autores relacionados con la investigación de operaciones.

#### **3.1 GESTIÓN DE PROCESOS**

Actualmente, las organizaciones, independientemente de su tamaño y del sector de actividad, han de hacer frente a mercados competitivos en los que han de conciliar la satisfacción de sus clientes con la eficiencia económica de sus actividades. Tradicionalmente, las organizaciones se han estructurado sobre la base de departamentos funcionales que dificultan la orientación hacia el cliente. La Gestión de Procesos percibe la organización como un sistema interrelacionado de procesos que contribuyen conjuntamente a incrementar la satisfacción del cliente. Supone una visión alternativa a la tradicional caracterizada por estructuras organizativas de corte jerárquico - funcional, que pervive desde mitad del XIX, y que en buena medida dificulta la orientación de las empresas hacia el cliente.

La Gestión de Procesos coexiste con la administración funcional, asignando "propietarios" a los procesos clave, haciendo posible una gestión integral generadora de valor para el cliente y que, por tanto, procura su satisfacción. Determina qué procesos necesitan ser mejorados o rediseñados, establece

prioridades y provee de un contexto para iniciar y mantener planes de mejora que permitan alcanzar objetivos establecidos. Hace posible la comprensión del modo en que están configurados los procesos de negocio, de sus fortalezas y debilidades.

Un proceso puede ser definido como un conjunto de actividades enlazadas entre sí que, partiendo de una o más entradas las transforma, generando un resultado. Las actividades de cualquier organización pueden ser concebidas como integrantes de un proceso determinado. De esta manera, cuando un cliente entra en un comercio para efectuar una compra, cuando se solicita una línea telefónica, un certificado de empadronamiento, o la inscripción de una patente en el registro correspondiente, se están activando procesos cuyos resultados deberán ir encaminados a satisfacer una demanda.<sup>10</sup>

### **3.1.1 Enfoque por procesos**

Desde este punto de vista, una organización cualquiera puede ser considerada como un sistema de procesos, más o menos relacionados entre sí, en los que buena parte de las entradas serán generadas por proveedores internos, y cuyos resultados irán frecuentemente dirigidos hacia clientes también internos.

Esta situación hará que el ámbito y alcance de los procesos no sea homogéneo, debiendo ser definido en cada caso cuando se aborda desde una de las distintas estrategias propias de la gestión de procesos. Quiere esto decir que, a veces, no es tan evidente dónde se inicia y dónde finaliza un proceso, siendo necesario establecer una delimitación a efectos operativos, de dirección y control del proceso.

---

<sup>10</sup> Tomado de Internet de la página [www.aiteco.com/procesos](http://www.aiteco.com/procesos)

- **Clasificación de los procesos.**

Según Zaratiegui, se puede realizar una clasificación de los procesos de acuerdo a la ubicación dentro de la estructura organizativa donde se desarrollan, de acuerdo con esto se describen así:

- **Estratégicos:** procesos destinados a definir y controlar las metas de la empresa, sus políticas y estrategias. Estos procesos son gestionados directamente por la alta dirección en conjunto.
- **Operativos:** procesos destinados a llevar a cabo las acciones que permiten desarrollar las políticas y estrategias definidas para la empresa para dar servicio a los clientes. De estos procesos se encargan los directores funcionales, que deben contar con la cooperación de los otros directores y de sus equipos humanos.
- **De apoyo:** procesos no directamente ligados a las acciones de desarrollo de las políticas, pero cuyo rendimiento influye directamente en el nivel de los procesos operativos.<sup>11</sup>

- **Caracterización de procesos.**

En esta etapa, es necesaria la comprensión de los procesos, con el objeto de identificar y establecer claramente el tipo de interrelación entre ellos. Para alcanzar lo anteriormente planteado, es necesario definir el objetivo de cada procedimiento, señalar los procesos críticos, establecer los clientes de cada proceso y evaluar su desempeño actual.

---

<sup>11</sup> ZARATIEGUI J.R. La gestión por procesos: Su papel e importancia en la empresa. Revista "economía Industrial" No. 330 de 1999.

- **Análisis de procesos.**

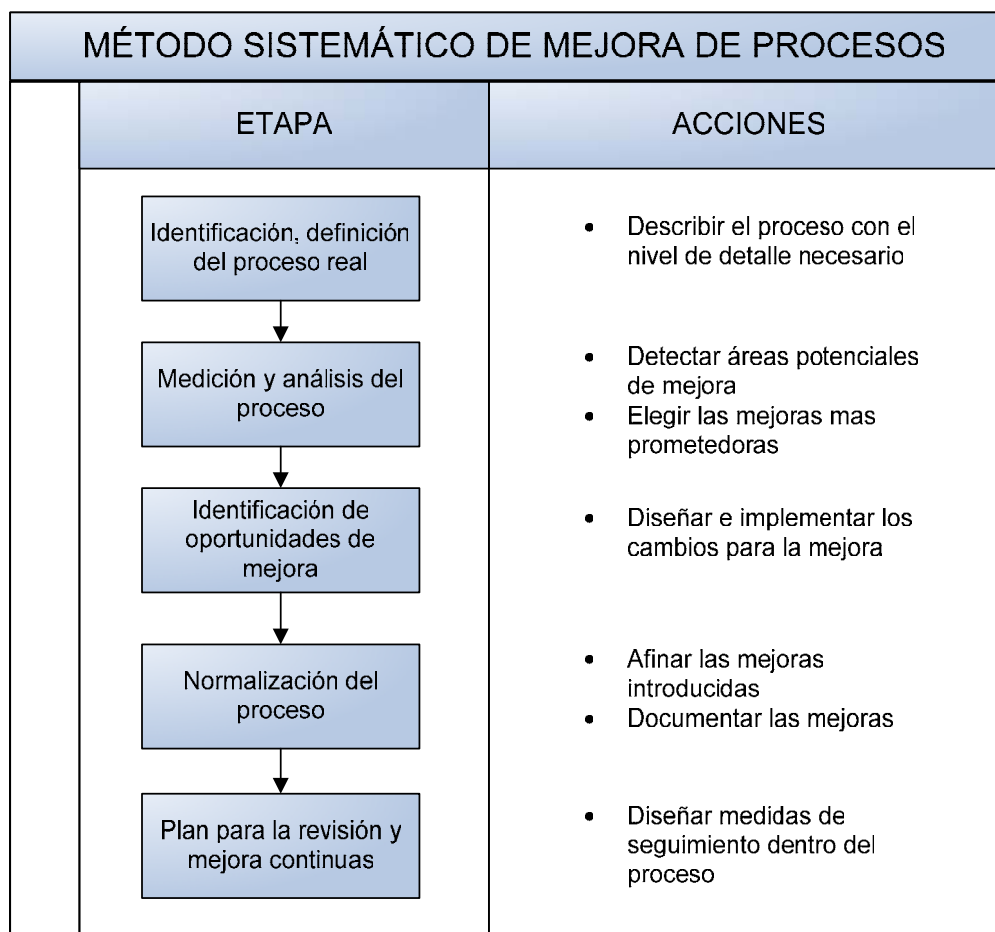
Una vez comprendidas las particularidades de cada proceso, es necesario establecer cuales de ellos son propensos a mejoras, estas mejoras se deben ver reflejadas en un aumento del valor que el cliente percibe cada vez que adquiere un producto.

Para encontrar los procesos a corregir, se deben determinar los procesos causantes de entorpecer el funcionamiento de las demás operaciones al interior de la empresa; Igualmente se deben identificar los procesos que distancian a la organización de su objetivo final, y los procesos vulnerables a cambios en sus procedimientos y tecnologías.

- **Mejoramiento de procesos.**

Según el método sistemático de mejoras formulado por Kaoru Ishikawa que aparece a continuación en la Figura 7, el mejoramiento final de los procesos a parte de seguir las etapas antes mencionadas para la gestión por procesos, establece dos etapas fundamentales que apoyan el programa de mejoras. En estas etapas se busca documentar las mejoras que fueron exitosamente implantadas, e igualmente hacer un seguimiento de los resultados que se obtienen con el programa.

**Figura 7. Diagrama Método Sistemático de Mejora de Procesos**



Fuente. Zaratiegui J. Gestión por procesos: Su papel e importancia en la empresa

### 3.2 PRONÓSTICOS

Los pronósticos son parte esencial del funcionamiento de cualquier empresa, pues ellos son la base para realizar todos los procesos de planeación a corto, mediano y largo plazo. A partir de los pronósticos de venta de los productos de la empresa, se toman una serie de decisiones en diferentes áreas como mercadeo, logística, producción y finanzas. En la mayoría de las empresas, los pronósticos son desarrollados por el área de mercadeo, sin embargo, en muchas ocasiones, el área de producción debe apropiarse de los pronósticos, para poder enfrentar diversos problemas que le son propios, como lo son el control de inventarios, la capacidad de planta, los costos de producción, entre otros. En toda organización,

se debe tener siempre muy presente que obtener pronósticos perfectos es imposible; sin embargo, los pronósticos deben ser revisados y corregidos continuamente, para disminuir sus errores y buscando siempre la manera de mejorar el modelo con el cual se están obteniendo. Para la realización de los pronósticos, es necesario considerar que existen dos tipos de demandas: la demanda dependiente y la demanda independiente.

La demanda dependiente es aquella que es causada por la demanda de otros productos o servicios, es decir, es aquella demanda que se desprende de la demanda de otros productos y se puede realizar a través de una explosión de materiales; para este tipo de demanda no necesitan realizarse pronósticos. La demanda independiente es aquella que no se puede derivar de la demanda de otros productos, es decir, son los artículos que están a la venta; para este tipo de demanda se debe desarrollar un pronóstico.

### **3.2.1 Métodos de análisis de series de tiempo**

Estos métodos se basan en la información histórica de la demanda de un artículo para predecir su demanda futura. Estos métodos dan buenos resultados para los pronósticos a corto plazo, con una precisión para periodos de tiempo menores a seis meses bastante buena. A continuación se verán algunos de los diferentes métodos de análisis de series de tiempo.

- Promedio móvil simple. El promedio móvil se obtiene al promediar los datos de la demanda, que corresponden a varios de los periodos más recientes. Este modelo tiene la desventaja que a medida que aumenta la cantidad de datos, presenta una menor capacidad de reacción frente a los cambios en el patrón de la demanda. La fórmula de promedio móvil simple<sup>12</sup> es la siguiente:

---

<sup>12</sup> CHASE, Richard. Administración de Producción y Operaciones: Manufactura y Servicios. Octava Edición Santa Fe de Bogotá: MC Graw Hill, 2000. p. 504

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

Donde:

$F_t$ : Proyección para el periodo que viene

$n$ : Número de periodos que van a ser promediados

$A_{t-1}$ : Ocurrencia real en el período anterior

$A_{t-2}, A_{t-3}, A_{t-n-1}$ : Ocurrencias reales de dos períodos atrás, tres periodos atrás, etcétera, hasta  $n$  periodos atrás

- Promedio móvil ponderado. Este modelo funciona igual que el modelo del promedio móvil simple, solo que se le asigna una ponderación a cada observación de la demanda (la suma de todas las ponderaciones debe ser 1). La mejor forma para escoger estas ponderaciones es a través de la experiencia y la prueba y el error. La fórmula del promedio móvil ponderado<sup>13</sup> es:

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + \dots + w_n A_{t-n}$$

Donde:

$F_t$ : Proyección para el periodo que viene

$w_1$ : Ponderación para la ocurrencia real para el periodo  $t-1$

$w_2$ : Ponderación para la ocurrencia real para el periodo  $t-2$

$w_n$ : Ponderación para la ocurrencia real para el periodo  $t-n$

$n$ : número total de periodos en el pronóstico

- Es el modelo más útil y más utilizado para realizar pronósticos a corto plazo debido a que requiere pocos datos (una ventaja frente a los modelos anteriores que requieren una gran cantidad de datos históricos para realizar el pronóstico), se adapta rápidamente a los cambios en la demanda y se ha podido comprobar que es el más preciso dentro de los modelos de su tipo.

---

<sup>13</sup> CHASE, Op. cit., p. 506

Las técnicas del ajuste exponencial son muy aceptadas por seis razones principales<sup>14</sup>:

- \* Los modelos exponenciales son sorprendentemente exactos.
- \* La formulación de un modelo exponencial es relativamente fácil.
- \* El usuario puede entender como funciona el modelo.
- \* Se requieren poco cálculos para utilizar el modelo.
- \* Los requerimientos de almacenamiento en el computador son pocos debido al uso limitado de datos históricos.
- \* Las pruebas de exactitud en cuanto al desempeño del modelo son fáciles de calcular.

El método del suavizamiento exponencial solamente necesita tres elementos de información para realizar el pronóstico: el pronóstico más reciente, la demanda real registrada durante ese periodo de pronóstico y una constante de ajuste alfa ( $\alpha$ ). Esta constante de ajuste determina la velocidad de reacción del modelo frente a los diferentes cambios en el patrón de la demanda; este valor está determinado por la naturaleza del producto y por el sentido de las directivas de la empresa, con respecto a lo que debe ser una buena respuesta a los cambios. La fórmula para el modelo de suavizamiento exponencial<sup>15</sup> es:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

$F_t$ : El pronóstico de suavizamiento exponencial para el periodo  $t$ .

$F_{t-1}$ : El pronóstico de suavizamiento exponencial para el periodo anterior.

$A_{t-1}$ : La demanda real durante el periodo anterior.

$\alpha$ : La constante de ajuste.

---

<sup>14</sup> CHASE, Op. cit., p. 506

<sup>15</sup> Ibid., p. 508

La constante de ajuste debe tener un valor entre 0 y 1. Mientras más grande sea el valor de  $\alpha$ , más rápida será la respuesta del modelo a los cambios en la demanda, es decir, el modelo mantendrá el ritmo de los cambios. Un  $\alpha$  grande presenta como desventaja, que puede seguir las variaciones aleatorias en el patrón de la demanda en vez de seguir los cambios importantes. Un  $\alpha$  pequeño, brinda un pronóstico estable y disminuye los efectos aleatorios en el comportamiento de la demanda. Según Narasinhham “por regla general, la constante de suavizamiento para un modelo constante debe estar entre 0.01 y 0.3”<sup>16</sup>.

- Suavizamiento exponencial con tendencia. Cuando se presenta una tendencia en el comportamiento de la demanda, el modelo de suavizamiento exponencial simple siempre se queda detrás de la demanda real. Debido a esto, el modelo debe corregirse con un ajuste de tendencia, el cual se hace a través de una constante de tendencia beta ( $\beta$ ). Esta constante  $\beta$  reduce el error que se presenta entre la realidad y el pronóstico. Las fórmulas para el modelo de suavizamiento exponencial con tendencia<sup>17</sup> son:

$$S_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)(S_t + T_t)$$

$$T_{t+1} = \beta(S_t + 1 - S_t) + (1 - \beta)T_t$$

$$F_{t+1} = S_{t+1} + T_{t+1}$$

Donde:

- F<sub>t+1</sub>: El pronóstico con tendencia para el periodo t + 1
- S<sub>t</sub>: Pronóstico inicial para el periodo t
- T<sub>t</sub>: Tendencia para el periodo t
- β: Constante de tendencia

---

<sup>16</sup> NARASINHAM, Sim. Planeación de la producción y control de inventarios. México: Prentice Hall, 1.996, p. 34

<sup>17</sup> BALLOU, Ronald. Business Logistics Management. Fourth Edition. United States: Prentice Hall, 1999. p. 284

- Suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente. Muchos patrones de demanda tienen componentes estacionales, es decir, por la misma época de cada año, presentan un pico o un valle en su comportamiento. Este efecto de la estación puede ser aditivo (las ventas durante la estación son una cantidad determinada de unidades más que durante el resto del año) o puede ser multiplicativo (las ventas durante la estación son un múltiplo de las ventas durante el resto del año). Para tener en cuenta el componente estacional, se utiliza un índice estacional durante cada mes del año, con el cual se corregirá la demanda, de acuerdo con el comportamiento que ésta presente durante esa época. Las ecuaciones para el modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente son:<sup>18</sup>

$$F_t = \frac{\alpha D_t}{I_{t-m}} + (1 - \alpha)F_{t-1}$$

$$I_t = \frac{\gamma D_t}{F_t} + \frac{(1 - \gamma)}{I_{t-m}}$$

$$F_{t-1} = F_t I_{t+1-m}$$

Donde:

$F_t$ : Promedio exponencial en el periodo  $t$

$D_t$ : Demanda real en el periodo  $t$

$I_t$ : Índice estacional

$m$ : 12 meses atrás para los pronósticos mensuales

$\alpha$ : Constante de suavizamiento o ajuste

$\gamma$ : Constante de suavizamiento

La constante de suavizamiento gamma ( $\gamma$ ), según Narasinhham<sup>19</sup>, casi siempre se establece como  $\gamma \leq 0.05$ .

- Análisis de regresión lineal. En este método una variable determinada se utiliza para predecir otra variable, debido a que se encuentran correlacionadas. Este modelo de regresión lineal se refiere al tipo especial de regresión en la cual la relación entre las variables forma una línea recta.

---

<sup>18</sup> NARASINHAM, Op. cit., p. 36

<sup>19</sup> Ibid., p. 36

Es de gran utilidad para realizar pronósticos de familias de productos; presenta la desventaja, que asume que los datos históricos y los pronósticos caen en una línea recta. Para el desarrollo del modelo de regresión lineal se utiliza la ecuación de una línea recta:

$$Y = aX + b$$

Donde:

- Y: Variable dependiente o a pronosticar
- a: Ordenada en el origen de Y
- b: Inclinación
- X: Variable independiente

El modelo de regresión lineal se utiliza tanto para los pronósticos de series de tiempo, como para los pronósticos de relación causal. Si la variable dependiente cambia como resultado de un cambio en el tiempo, es un análisis de series de tiempo; si la variable dependiente cambia como resultado de una variación de otra variable, se trata de una relación causal.

### **3.2.2 Seguimiento al sistema de pronósticos.**

Debido a que ningún pronóstico es perfecto y siempre va a presentar desviaciones, cualquier modelo de pronósticos que utilice una empresa, debe ser monitoreado y revisado continuamente, con el fin de conocer los cambios y errores que se están presentando en el modelo y tomar las medidas correctivas adecuadas, para mantener el modelo dentro de unos niveles aceptables de variación. La revisión continua del sistema de pronósticos se hace a través de la medición del error.

Existen diferentes formas para medir el error de un modelo de pronósticos, una de ellas es la desviación media absoluta (Mean Absolute Deviation, MAD, por sus siglas en inglés). La desviación media absoluta es el error promedio en los pronósticos, mediante el uso de valores absolutos; es el método más utilizado para la medición del error en los pronósticos, debido a su sencillez y su utilidad para obtener las señales de rastreo. Se calcula utilizando las diferencias entre la

demanda real y la demanda pronosticada independientemente del signo, su ecuación es la siguiente:<sup>20</sup>

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

Donde:

t: Número de periodos

At: Demanda real durante el periodo

Ft: Demanda pronosticada para el periodo

n: Número total de periodos

| |: Símbolo de valor absoluto

Otra forma de medir el error del modelo de pronóstico es a través de la señal de rastreo (Tracking Signal, TS); esta una medida que indica si el promedio de proyección esta manteniendo el ritmo de los cambios reales en la demanda, ya sean hacia arriba o hacia abajo. La señal de rastreo es el número de desviaciones medias absolutas en que el valor del pronóstico se encuentra por encima o por debajo de la ocurrencia real. La señal de rastreo puede calcularse como la suma aritmética de las desviaciones del pronóstico divididas por la desviación media absoluta<sup>21</sup>:

$$TS = \frac{RSFE}{MAD}$$

Donde:

RSFE, Running Sum of Forecast Errors, es la suma continua de los errores de proyección, considerando la naturaleza de los mismos.

MAD es el promedio de las desviaciones absolutas.

Una señal de rastreo negativa indica que la demanda real para un periodo determinado es inferior al pronóstico; por el contrario, una señal de rastreo positiva indica que la demanda real para un periodo determinado excede el pronóstico.

---

<sup>20</sup> CHASE, Op. cit., p. 512

<sup>21</sup> Ibid., p. 512

### 3.3 CLASIFICACIÓN ABC

Un sistema de clasificación de inventario ABC busca determinar cuales referencias dentro del inventario son las más significativas para los diferentes procesos de una empresa, con el fin de establecer un sistema de control adecuado para dichas referencias. Generalmente una empresa tiene muchas referencias en inventario, pero solamente unas pocas de éstas, representan el grueso de dinero del mismo. De forma frecuente, entre el 70% y el 80% del valor del inventario, se encuentra concentrado en el 20% de las referencias que la empresa almacena; este 20% de las referencias o artículos son clasificados como tipo A. Luego se encuentra el conjunto de referencias que poseen alrededor del 15% del valor monetario del inventario y representan el 30% de las referencias almacenadas, estas referencias son clasificadas como tipo B. Finalmente, están las referencias que tienen alrededor del 5% del valor del inventario y representan el 50% de las referencias del almacén; éstas son clasificadas como tipo C.

De acuerdo con esta clasificación, entre más alto sea el volumen monetario que maneje un artículo del inventario, se recomienda que el control que se debe efectuar sobre este, sea mayor. Como lo enuncia Chase<sup>22</sup>, el volumen de dólares es una medida importante; sin embargo, un artículo bajo en costo pero alto en volumen puede ser más importante que uno de alto costo y de bajo volumen.

Para realizar la clasificación ABC basado en el volumen monetario, se debe conocer el costo unitario y la cantidad de unidades de cada referencia que se consumieron durante un cierto período de tiempo (generalmente un año), y multiplicarlas para así obtener el volumen monetario asignado a dicha referencia.

A continuación se suman los volúmenes monetarios de todas las referencias que se estén analizando, y se dividen por este total cada uno de los volúmenes

---

<sup>22</sup> CHASE, Op. cit., p. 606

monetarios de las diferentes referencias, obteniendo el porcentaje de participación de cada referencia sobre el total, así:

$$\% \text{ de participac i3n de cada referencia} = \frac{(\text{Costo Unitario} \times \text{Volumen de consumo anual})}{\text{Volumen de consumo total}} \times 100\%$$

Finalmente se ordenan todas las referencias en forma decreciente segun su porcentaje de participaci3n sobre el volumen monetario total del inventario, con lo cual se ubicar3n en los primeros lugares las referencias m3s significativas para la empresa y en los 3ltimos lugares las menos significativas.

Despu3s de realizada la clasificaci3n, se debe determinar cual debe ser el tipo de control de inventario que debe tener cada clasificaci3n. Los art3culos tipo A deben tener el mayor control, porque son los que m3s valen en el inventario, por lo cual sus niveles deben ser los m3s bajos posibles y se debe intentar minimizar los inventarios de seguridad. Las referencias tipo B y C, de acuerdo a su importancia en el proceso, no necesitan un control tan estricto; en la mayor3a de los casos los art3culos o referencias tipo C se manejan a trav3s de un control intuitivo o informal.

### **3.4 INVENTARIOS**

Los inventarios son las existencias de cualquier art3culo o recurso utilizado en una organizaci3n. Las empresas generalmente poseen inventarios por las siguientes razones: absorber las variaciones de la demanda, permitir flexibilidad en la programaci3n de producci3n, tener un colch3n de seguridad que amortigüe las variaciones en los tiempos de entrega de la materia prima, mejorar el nivel de servicio al cliente, entre otras.

#### **3.4.1 Costos del inventario.**

Cuando se habla de inventarios se deben tener en cuenta los siguientes costos:

- Costos de mantenimiento. Incluyen los costos de las instalaciones de almacenamiento, el seguro, el hurto, la obsolescencia, los daños, los impuestos, el costo de oportunidad, entre otros<sup>23</sup>.
- Costos de las órdenes. Se refieren a los costos administrativos y de oficina para elaborar, procesar y hacer seguimiento a las órdenes de abastecimiento, entre otros, bien sean órdenes de compra (cuando el insumo lo suministra un proveedor externo) o de producción (cuando la fabricación del insumo se hace internamente).
- Costos de los faltantes. Son los costos en los que se incurre cuando un cliente coloca un pedido y este no puede ser despachado del inventario en el tiempo y cantidades ordenadas; incluye entre otros las ventas perdidas y las penalizaciones por retrasos.

#### **3.4.2 Sistemas de inventarios.**

Como lo expresa Chase<sup>24</sup>, un sistema de inventarios es la serie de políticas y controles que monitorean los niveles de inventario y determinan los niveles que se deben mantener, el momento en que las existencias se deben reponer y el tamaño que deben tener los pedidos. A partir de esto, se tiene que el objetivo principal de un sistema de control de inventarios es determinar la cantidad que se debe ordenar de un determinado artículo y cuando se deben ordenar los artículos. Dentro de los sistemas de control de inventarios se tienen los modelos de cantidad fija de pedido o modelos de revisión continua y los modelos de periodo de tiempo fijo, también llamados sistemas de revisión periódica. La diferencia básica entre estos modelos se presenta en el hecho que en el modelo de cantidad fija de pedido, se lanza un pedido cuando se alcanza un nivel determinado en el inventario, mientras que en el modelo de periodo de tiempo fijo los pedidos se lanzan por cantidades variables al terminar un periodo determinado de tiempo.

---

<sup>23</sup> CHASE, Op. cit., 582

<sup>24</sup> Ibid, p. 580

- Modelos de cantidad fija de pedido. Estos modelos buscan establecer el nivel del inventario en el cual se debe lanzar un pedido por una determinada cantidad; este nivel de inventario se conoce como el punto de reorden (ROP) y la cantidad a pedir como el tamaño de lote económico (Q\*); de esta forma se lanza un pedido de tamaño Q\* cuando el inventario ha alcanzado el ROP. En este modelo, los niveles de inventario deben monitorearse continuamente, lo cual hace que se convierta en un sistema perpetuo que requiere una actualización inmediata de los registros, cada vez que se haga una transacción en el inventario, con el fin de poder determinar si se ha alcanzado el punto de reorden o no. Dentro de las características importantes del modelo de cantidad fija de pedido están<sup>25</sup>:

Es el más adecuado para los artículos importantes o críticos por la vigilancia continua que tiene sobre los niveles de inventario.

Favorece a los artículos más costosos porque el inventario promedio es menor.

Requiere mayor tiempo de mantenimiento que otros modelos, debido al registro de todas las transacciones del inventario.

El tamaño de lote económico Q\*, es decir, la cantidad que se debe pedir en el momento en el cual se alcanza el punto de reorden, se calcula de la siguiente manera<sup>26</sup>:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{I * C}}$$

Donde:

Q\*: Tamaño de lote económico

D: Demanda anual

S: Costo de ordenar

I: Costo promedio del inventario

C: Costo del artículo

---

<sup>25</sup> CHASE, Op. cit., p. 584

<sup>26</sup> BALLOU, Op. cit., p. 327

El punto de reorden, ROP, cuando supone una demanda y un plazo constantes se calcula así:

$$ROP = d * LT$$

Donde:

ROP: Punto de Reorden en unidades

d: Pronóstico de demanda

LT: Lead time

Cuando se tiene una demanda incierta, como ocurre en la mayoría de los casos de la realidad, el ROP debe tener en cuenta el inventario de seguridad, por lo cual el punto de reorden se calcula de la siguiente manera:

$$ROP = d * LT + Z * \sqrt{LT} * Sd$$

Donde:

ROP: Punto de Reorden en unidades

D: Pronóstico de demanda

LT: Lead time

Z: Número de desviaciones típicas para un nivel de servicio específico

Sd: Desviación estándar de los errores del pronóstico

Se debe notar que la parte de la ecuación  $Z * \sqrt{LT} * Sd$ , corresponde al inventario de seguridad.

- Modelos de periodo de tiempo fijo. En estos sistemas el inventario solo se cuenta en determinados momentos, como por ejemplo cada semana o cada mes. En contraste con los modelos de cantidad fija de pedido, los modelos de periodo de tiempos fijos generan cantidades de pedido que varían de un período de tiempo a otro; de forma similar, el inventario promedio de los modelos de periodo de tiempo fijos es mayor, debido a que debe protegerse contra el agotamiento de las existencias durante el periodo de revisión. En

estos modelos la cantidad  $q$  que se debe ordenar se calcula de la siguiente forma<sup>27</sup>:

$$\text{Cantidad del pedido} = \text{Demanda promedio durante el periodo de vulnerabilidad} + \text{Reserva de seguridad} - \text{Inventario disponible en el momento}$$

$$q = d(T+L) + Z\sigma_{T+L} - I$$

Donde:

$q$ : Cantidad que debe ordenarse

$T$ : Número de días transcurridos entre las revisiones

$L$ : Plazo en días

$d$ : Demanda promedio diaria proyectada

$Z$ : Número de desviaciones estándar para un nivel de servicio específico

$\sigma_{T+L}$ : Desviación estándar de la demanda durante la revisión y el plazo

$I$ : Nivel actual de inventarios (incluye los artículos ordenados)

- Modelos mixtos. Existen modelos que combinan los modelos anteriores con el fin de tener un control más estricto sobre el inventario; este mayor control en el inventario se ve reflejado en un mayor mantenimiento al sistema y por ende en mayores costos.

### 3.5 ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS

El aumento o la disminución de gastos que representa el manejo de los inventarios deben llevar a las empresas a reflexionar sobre la importancia de contar con un personal idóneo y con gran capacidad de análisis que les permita detectar continuamente las posibles causas y las respectivas soluciones a los problemas inherentes al manejo de inventarios.

---

<sup>27</sup> CHASE, Op. cit., p. 598

### 3.5.1 Actividades de Control.

Una correcta Administración de Inventarios debe buscar un equilibrio entre el número de referencias, cantidades por referencia, calidades y vigencias para ser utilizadas o vendidas al consumidor final. El control de las existencias se puede hacer con base en:

- Planeación de existencias. Es necesario considerar las existencias reales en bodegas, depósitos y almacenes, los pedidos pendientes o en tránsito, los despachos realizados en el ultimo periodo, la cantidad económica que se debe comprar teniendo en cuenta los descuentos o precios por escalas, los plazos concedidos por el proveedor para cancelar el pedido y el tiempo de entrega que requiere el proveedor para colocar el pedido en el Almacén General o Bodega.

Un principio elemental para planear las existencias que se deben tener o comprar debe basarse inicialmente en un razonamiento simple: “Cuanto tengo y cuanto despacho”. El comprador, conociendo esta información y analizando cada una de las anteriores consideraciones, puede entrar a definir las existencias que debe programar.

- Determinar ciclos de pedido. Cuando el consumo o demanda tiene un comportamiento regular, se pueden programar pedidos de existencias regulares acordes con el consumo, evitando incurrir en faltantes o en gastos por excesos. Programar varios pedidos de un mismo producto a un proveedor para ser entregados en fechas diferentes representa ciertas ventajas para el comprador y para el proveedor, que se pueden resumir en:
  - \* Organización del trabajo (reducción de operaciones).
  - \* Disminución de riesgos por agotados.
  - \* Programación de la producción por parte del proveedor
  - \* Continuidad en el suministro.

- \* Cumplimiento de las entregas.
- \* En algunos casos el proveedor respeta precios y condiciones.<sup>28</sup>

La programación, así como tiene ventajas, también presenta ciertos riesgos de incurrir en excesos o agotados, lo cual implica que el comprador debe tener la disciplina de revisar permanentemente las existencias para poder adelantar o cancelar pedidos al proveedor según sus necesidades.

Cuando el producto y la empresa enfrentan ciclos de demanda estacional, se debe buscar llegar a acuerdos con los proveedores para efectuar compras anticipadas con pagos especiales que signifiquen menores precios y permitan asegurar el suministro oportuno para la temporada.

La consecución de precios o condiciones especiales de pago es una gestión que estará muy ligada a la actividad del proveedor y a la cantidad de ofertas y competencia que existan en el mercado para adquirir los productos de temporada. Cuando la mercancía debe ser recibida y pagada en forma anticipada por el comprador, este deberá tener en cuenta que el margen de utilidad que le debe aplicar a los productos al fijar el precio de venta debe ser superior a los fijados a otros productos adquiridos en condiciones normales de negociación.

Otra medida importante de precaución que debe tomar el comprador para mercancía de temporada es tratar de pactar con el proveedor devoluciones de las existencias que queden después de pasada la respectiva temporada. Lograr la aceptación de esta gestión también dependerá del tipo de producto, número de proveedores existentes en el mercado y costumbres

---

<sup>28</sup> PALACIO, Alberto. Conceptos Modernos de Administración de Compras: Una nueva visión de las negociaciones entre proveedores y compradores. Primera Edición, Santa Fe de Bogota: Norma, 2002 p. 308

que se presentan en el medio y en el manejo de la mercancía objeto de análisis.<sup>29</sup>

- Revisar Existencias. Un programa de revisión permanente de las existencias reales permite contar con productos actualizados y salir de mercancías obsoletas. Al revisar las existencias, se deben tomar decisiones inmediatas como: Colocar pedidos de mercancías agotadas o con niveles de inventarios bajos, rebajar, cambiar, retirar, devolver mercancías obsoletas o pasadas de moda.

Una forma fácil y práctica de efectuar una revisión de existencias para detectar posibles desviaciones con el inventario es señalar aquellas referencias que representan un valor muy elevado con respecto a otras similares y en relación con su promedio de despacho definido para un periodo normal. El valor señalado puede estar representado por las cantidades de cada referencia o por la valorización total al costo de los productos que representan una cifra bien significativa, y que pueden representar un exceso frente al promedio normal de despachos.

Cuando el comprador, debido al significativo número de referencias que maneja y a otras actividades no menos importantes no puede revisar todas las existencias, debe tener una forma de clasificar los 100 ó 200 artículos más importantes o recurrir al siempre práctico 80-20 con el fin de hacer una revisión periódica que le permita tener un mejor control sobre el inventario.

### **3.6 INDICADORES DE GESTIÓN**

El logro de la competitividad de la organización debe estar referido al correspondiente plan, el cual fija la visión, misión, objetivos y estrategias corporativas con base en el adecuado diagnóstico situacional. Los indicadores de

---

<sup>29</sup> PALACIO, Op. cit., p. 309

gestión se convierten en los signos vitales de la organización, y su continuo monitoreo permite establecer las condiciones e identificar los diversos síntomas que se derivan del desarrollo normal de las actividades. En una organización también se debe contar con el mínimo número posible de indicadores que nos garanticen contar con información constante, real y precisa sobre aspectos tales como: efectividad, eficiencia, eficacia, productividad, calidad, la ejecución presupuestal, la incidencia de la gestión, todos los cuales constituyen el conjunto de signos vitales de la organización.

Los indicadores de gestión son factores para establecer el logro y el cumplimiento de la misión, objetivos y metas de un determinado proceso. Los indicadores de gestión son ante todo, información, es decir, agregan valor. Los indicadores de gestión deben tener los atributos de la información, tanto en la forma individual como cuando se presentan agrupados. Es un sistema de información estadística, financiera, administrativa y operativa que puesta al servicio de la directiva de la organización, le permite tomar decisiones acertadas y oportunas, adoptar las medidas correctivas que correspondan y controlar la evolución en el tiempo de las principales variables y procesos.<sup>30</sup>

Las funciones que cumplen los indicadores de gestión al interior de una organización son:

- \* Apoyar y facilitar los procesos de toma de decisiones.
- \* Controlar la evolución en el tiempo de los principales procesos y variables.
- \* Racionalizar el uso de la información.
- \* Servir de base para la adopción de normas y patrones efectivos y útiles para la organización.
- \* Servir de base para la planificación y la prospección de la organización.
- \* Servir de base para el desarrollo de sistemas de remuneración e incentivos.

---

<sup>30</sup> BELTRAN, Jesús Mauricio. Indicadores de Gestión, Herramientas para lograr la competitividad. Santa fe de Bogotá: 3R Editores, 1.998.

- \* Servir de base para la comprensión de la evolución, situación actual y futuro de la organización.
- \* Propiciar la participación de las personas en la gestión de la organización.

### **3.6.1 Metodología general para el establecimiento de indicadores de gestión**

Existen nueve puntos claves para la implantación de indicadores de gestión dentro de una organización. Estos pasos a continuación presentados, deben ser seguidos para la implementación de los indicadores de gestión logística en cualquier empresa.

1. Contar con objetivos y estrategias. Abarca aspectos como contar con objetivos claros, precisos y cuantificables, y con las estrategias que serán utilizadas para alcanzar dichos objetivos; De esta forma se conocerá realmente cuales son los resultados que se esperan obtener. Se entiende por cuantificar un objetivo o estrategia la acción de asignarle patrones que permitan hacerla medible. Estos patrones son:

- \* Atributo: Es el que identifica la meta
- \* Escala: corresponde a las unidades de medida en que se especificará la meta.
- \* Status: Es el valor actual de la escala, el estado inicial.
- \* Umbral: Es valor de la escala que se desea obtener.
- \* Horizonte: Se refiere al período en el cual se espera alcanzar el umbral.
- \* Fecha de iniciación: cuando se inicia el horizonte.
- \* Fecha de terminación: finalización del tiempo programado para el logro de la meta.
- \* Responsable: persona que tendrá a su cargo la ejecución de la estrategia o logro de la meta.

2. Identificar factores críticos de éxito. Se debe establecer el conjunto de factores que deben mantenerse monitoreados y bajo control para alcanzar el objetivo trazado.
3. Establecer indicadores para cada factor crítico de éxito. Se refiere a construir un indicador para cada factor clave. Eso significa que se debe precisar para cada uno su objetivo, variables a medir y su fórmula para el cálculo.
4. Determinar para cada indicador: estado, umbral, y rango de gestión. Hay que contemplar el rango de gestión, que se refiere al espacio establecido entre los valores mínimo y máximo que el indicador puede tomar.
5. Diseñar la medición. Consiste en determinar las fuentes de información, frecuencia de medición, presentación de la información, asignar responsables de la recolección y tabulación.
6. Determinar recursos. Es favorable para el sistema de indicadores, que la persona que este en contacto directo con las variables del indicador sea la que registre la medición.
7. Medir, y ajustar el sistema. Es necesario estimar aspectos como la conveniencia del indicador, las fuentes de información seleccionadas, la frecuencia en la presentación de la información y el análisis de los resultados.
8. Estandarizar y formalizar. Es el proceso de especificación completa, documentación, divulgación e inclusión entre los sistemas de operación del negocio de los indicadores.
9. Mantener y mejorar continuamente el sistema. Es necesario que el sistema de indicadores de gestión tenga la flexibilidad suficiente para adaptarse a los cambios que se presentan en el tiempo.

## **4 CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE COMPRA Y ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS**

### **4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS**

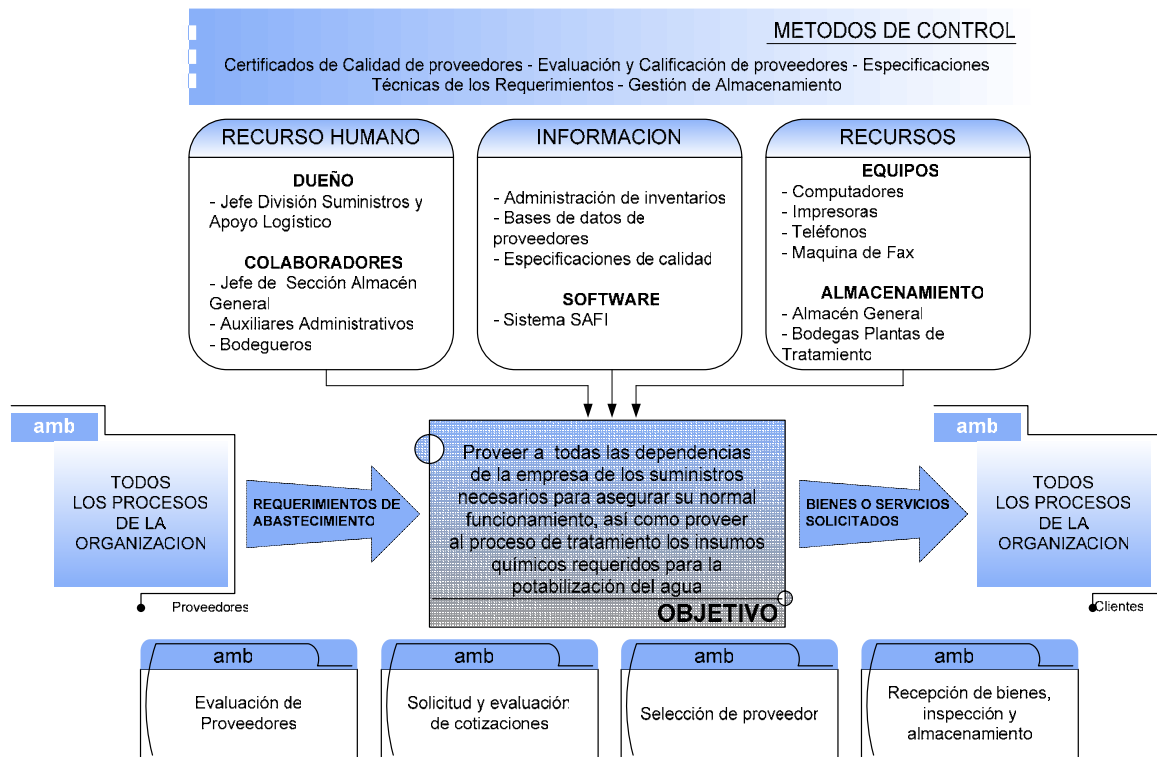
Buscando obtener un panorama de la situación en que se encuentran los procesos de compra y administración de inventarios de insumos químicos y suministros en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. se realizaron actividades de consulta de las bases de datos de los inventarios, visitas a las plantas de tratamiento con el fin de observar el manejo de los almacenes de insumos químicos, los controles que se llevan y diversas entrevistas con el personal que interviene directamente con el manejo de los inventarios. A continuación se presenta la caracterización de cada proceso.

### **4.2 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS**

Las compras representan un factor clave en el éxito de cualquier organización que busca alcanzar la excelencia, en la actualidad contar con un proceso de compras que cumpla con los requerimientos de la NTC ISO 9001:2000 brinda a la empresa una mayor certeza acerca del correcto desempeño de sus actividades, garantizando la continuidad y la correcta prestación del servicio y al mismo tiempo le proyecta a los usuarios del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. la imagen de organización líder en la prestación de servicios públicos domiciliarios. Tomando como punto de partida la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad en el proceso de tratamiento de agua, se tomó la decisión de revisar y actualizar toda la documentación relacionada con el proceso de compras que brinda apoyo al proceso tratamiento de agua.

Es importante destacar la importancia del aprovisionamiento dentro de toda organización teniendo en cuenta el impacto que tiene sobre las finanzas de la empresa una gestión eficiente de las compras que garantice productos de calidad que cumplan con las necesidades de los procesos, que permita llevar un seguimiento a la información de compras y realizar una selección adecuada de los proveedores externos. En la Figura 8 que aparece a continuación se presenta la caracterización del proceso de Compras del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

**Figura 8. Caracterización del Proceso de Compras**



Para el Acueducto es de vital importancia garantizar la transparencia y control de las compras, debido a la gran responsabilidad que tiene al tratarse de una empresa prestadora de un servicio público domiciliario, está en la obligación de cumplir con la legislación y normatividad vigente que determina los parámetros que debe cumplir el agua tratada, este cumplimiento está directamente ligado a la

calidad de los insumos empleados en el proceso de tratamiento, debido a que estos deben ajustarse a las especificaciones establecidas en el decreto 475 de 1.998 mediante el cual se rigen los acueductos en Colombia. Por las razones anteriormente mencionadas el adecuado manejo del abastecimiento de insumos químicos y suministros que garantice las mejores condiciones de operación para la empresa y permita identificar los estándares de calidad que aseguren la efectividad del proceso de tratamiento, sin dejar de lado la evaluación de los proveedores y la capacidad de negociación con los mismos.

Los aspectos a identificar dentro del área de Compras del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. se encuentran las actividades que se llevan a cabo para el abastecimiento de insumos químicos y suministros, las funciones y tareas de los responsables del área, el tipo de relaciones que se establecen con los proveedores, las características de calidad que deben tener los productos a comprar y las políticas internas que ha establecido la organización.

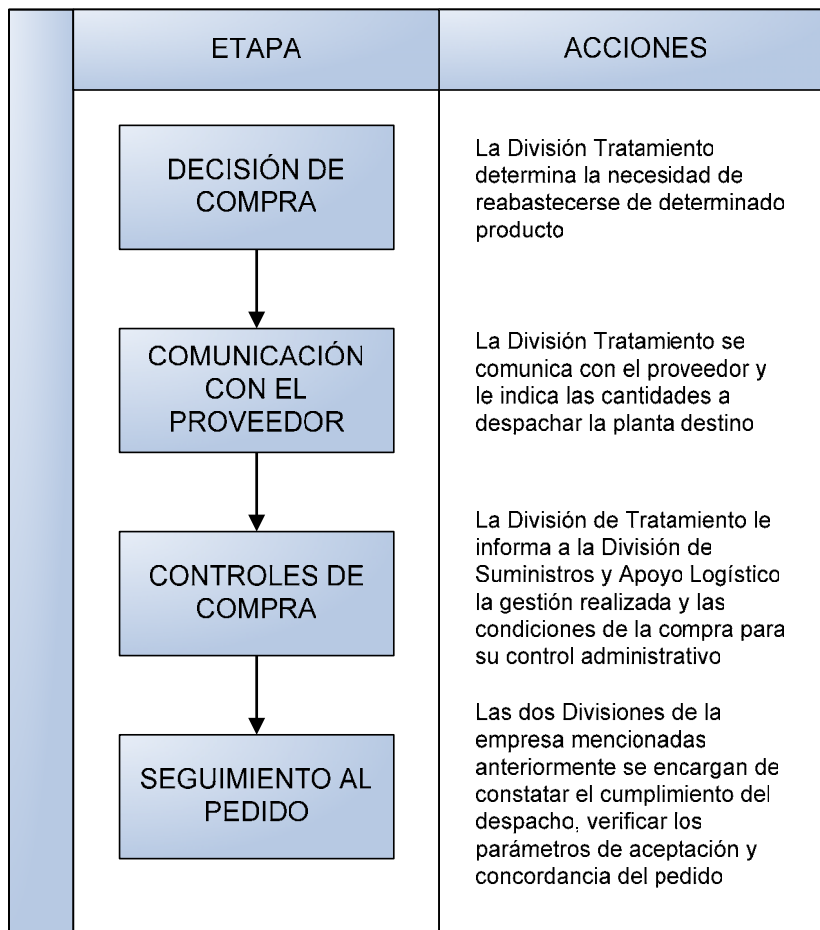
#### **4.2.1 Políticas para la gestión de las compras**

Teniendo en cuenta la importancia del abastecimiento de insumos químicos y la necesidad de garantizar la permanente disponibilidad de los mismos, la dirección de la organización ha determinado establecer contratos de aprovisionamiento con los diferentes proveedores externos como es el caso del Cloro Líquido, Sulfato de Aluminio Granular y Cal Apagada; en estos contratos se pacta la compra de una determinada cantidad del insumo químico, la cual aproximadamente se consume en el plazo de un año, el proveedor se compromete a realizar despachos parciales cada vez que el acueducto lo necesite, una vez recibido el lote ordenado, el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. cancela el valor correspondiente a las cantidades despachadas. Para el caso del Polímero ayudante de coagulación se realizan órdenes de compra cada vez que se identifica la necesidad de reabastecer alguna Planta de Tratamiento.

#### 4.2.2 Procedimiento de compra

A continuación en la Figura 9 se presenta el procedimiento general para el abastecimiento en el caso específico del proceso de tratamiento, el cual se aplica cada vez que se determina la necesidad de algún insumo químico o suministro dentro de una Planta de Tratamiento.

Figura 9. Procedimiento General de Compra de insumos químicos y suministros



Los insumos químicos necesarios para el tratamiento del agua son suministrados por proveedores externos, pero en el ejercicio se pueden presentar diferentes actividades las cuales son a descritas a continuación.

- **Lanzamiento de una solicitud de despacho parcial al proveedor contratado.**

Este proceso empieza cuando el jefe de planta identifica la necesidad de reabastecerse de algún insumo químico, solicita autorización al jefe de la división de tratamiento, quien le informa si todavía se puede solicitar un despacho parcial o es necesario esperar a que se legalice un nuevo contrato, si todavía queda un saldo suficiente para cubrir el despacho, el jefe de planta realiza el pedido directamente al proveedor, indicando el tipo de insumo, la cantidad a ordenar y la planta a la cual debe ser despachado. Inmediatamente el jefe de planta registra el pedido en el sistema mediante el módulo SAFI e informa a la sección almacén general para que realicen la descarga a saldo del contrato.

- **Lanzamiento de una orden de compra.**

El proceso comienza cuando el operador de planta indica al jefe de planta la necesidad de adquirir un suministro o cuando se presenta una emergencia por desabastecimiento de insumos químicos, el jefe de planta informa la novedad al jefe de la división de tratamiento y este da la autorización para realizar el pedido, una vez el jefe de planta ha registrado el pedido en el sistema mediante el módulo SAFI, lo entrega al jefe de la división suministros y apoyo logístico, quien se encarga de enviar solicitudes de cotización a tres proveedores diferentes, cuando ya ha recibido las ofertas, realiza la matriz comparativa y registra en este formato los datos mas relevantes de cada oferta (precio, condiciones de pago, plazo de entrega y garantía), igualmente solicita el concepto técnico del jefe de planta que genera el pedido y teniendo en cuenta sus observaciones elige el proveedor mas indicado. Genera y tramita la orden de compra y la envía al proveedor para que este realice el despacho correspondiente.

- **Lanzamiento de una orden de contratación.**

Cuando el jefe de la división de tratamiento, el cual es el interventor de los contratos de suministro de insumos químicos, observa que los saldos pendientes por despachar son muy reducidos, informa al gerente de operaciones que debe realizarse un nuevo contrato, entonces se comunican con la secretaría general quienes dan la autorización a la división de contratación para que realicen la invitación a cotizar de los proveedores potenciales de insumos químicos, el gerente general determina quienes pueden participar en el proceso y se dan inicio a la venta de pliegos de condiciones y la recepción de las ofertas, vencido el plazo para esta actividad, se evalúan las propuestas recibidas y se selecciona el proveedor que cumpla con las especificaciones de la división tratamiento, se acuerdan las entregas parciales de insumos químicos y se legaliza el contrato.

#### **4.2.3 Responsables del área**

En la organización existe la División de Suministros y Apoyo Logístico, donde el jefe de esta área es el responsable de las relaciones con los proveedores, de llevar a cabo las compras y efectuar seguimiento de las mismas pero en el caso específico del proceso de Tratamiento, los directos responsables son el Jefe de la División de Tratamiento quien además es el interventor de los contratos y los Jefes de las Plantas de Tratamiento quienes se comunican directamente con los proveedores de insumos químicos y suministros, igualmente son los encargados de emitir el concepto técnico sobre los productos ofrecidos por cada proveedor y realizar el seguimiento de cada pedido realizado.

#### **4.2.4 Proveedores Externos**

El cuadro que se presenta a continuación contiene el listado de proveedores que suplen insumos químicos al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A.

E.S.P., en el se incluye la ciudad donde se encuentra ubicado y el insumo que suministra cada uno de ellos.

**Cuadro 1. Proveedores de Insumos químicos**

<b>PROVEEDOR</b>	<b>CIUDAD</b>	<b>INSUMO QUÍMICO</b>
Sulfoquímica S.A.	Medellín	Sulfato de Aluminio
Productos Químicos Panamericanos S.A.	Tocancipá	Sulfato de Aluminio
Brinsa S.A.	Bogotá D.C.	Cloro Líquido
Cytec S.A.	Bogotá D.C.	Polímero Coagulante
Cementos Nare S.A.	Medellín	Cal Apagada
Cal Lozada Ltda.	Bucaramanga	Cal Apagada

Fuente. División Suministros y Apoyo Logístico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Hay que destacar que todos los proveedores se encuentran ubicados dentro del territorio nacional, lo cual simplifica el proceso de abastecimiento y le da una mayor flexibilidad al desarrollo de las compras. Todos estos son proveedores reconocidos en el mercado nacional y cumplen con la legislación vigente para la comercialización de sus productos y tienen características similares en cuanto al manejo del transporte.

#### **4.2.5 Contacto con los proveedores**

La comunicación con los proveedores de insumos químicos como se había mencionado anteriormente, es responsabilidad de los Jefes de Planta de Tratamiento y del Jefe División Tratamiento. Las llamadas telefónicas son el medio mas utilizado a la hora de realizar una solicitud de abastecimiento, teniendo en cuenta que la mayoría de los proveedores se encuentran ubicados en otras ciudades de Colombia. Periódicamente los proveedores realizan visitas a las instalaciones administrativas del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. con la intención de fortalecer los lazos comerciales y verificar el normal funcionamiento de los despachos y condiciones de transporte.

#### **4.2.6 Especificaciones de los Insumos Químicos**

Actualmente existen unas normas técnicas colombianas para cada uno de los insumos que se manejan el proceso de tratamiento, en las cuales se describen claramente las condiciones bajo las cuales debe ser transportado el producto, las características del empaque, el método de muestreo que se debe emplear, los cuidados que se deben tener para su manipulación y las especificaciones técnicas del producto. El Jefe de División Tratamiento y los Jefes de Planta de Tratamiento conocen detalladamente estos documentos, pero existe el inconveniente de que no se encuentran presentes permanentemente en cada planta de tratamiento, además los encargados de recibir los insumos químicos son los Operadores de Planta de Tratamiento y su respectivo ayudante quienes no tienen claros los parámetros anteriormente enunciados.

#### **4.2.7 Registro de Información**

Actualmente se maneja el formato de Pedido (ver Anexo 1) donde se consignan las necesidades de abastecimiento de determinada área de la organización, éste es el primer formato que se emplea dentro de un ciclo de compra, Luego se envía a tres diferentes proveedores potenciales como mínimo el formato Solicitud de Cotización (ver Anexo 2) diligenciado con la descripción de la necesidad de compra. Una vez recibidas las ofertas se revisan y se realiza la Matriz Comparativa (ver Anexo 3), en esta se comparan las cotizaciones recibidas y se escoge la mas favorable para el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. y se Diligencia el formato Orden de Compra (ver Anexo 4) dirigido al proveedor seleccionado. Desafortunadamente no se mantienen registros que indiquen las no conformidades que se puedan presentar, tampoco existen evidencias de las inspecciones y verificaciones realizadas a los productos.

Teniendo en cuenta la posibilidad de que se presenten novedades con respecto a la llegada de productos en malas condiciones o que no cumplen con las

especificaciones del pedido, se hace evidente la necesidad de generar un documento que establezca los pasos que se deben seguir y los formatos que se deben diligenciar para garantizar la verificación del producto comprado.

### 4.3 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS DE INSUMOS QUÍMICOS Y SUMINISTROS

El método empleado para realizar el diagnóstico inicial de manejo de los inventarios en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. se fundamentó en la observación directa de los pasos que se deben seguir desde el momento en que se identifica la necesidad de reabastecerse de algún insumo químico, hasta el momento en que se recibe en la bodega de la planta de tratamiento respectiva para su posterior aplicación al agua. A continuación en la Figura 10 se presenta la caracterización del proceso.

**Figura 10. Caracterización del proceso de Administración de Inventarios**



#### **4.3.1 Manejo de los inventarios**

Actualmente no existe una política claramente definida para la administración de los inventarios, el manejo que se hace de las existencias se puede decir que se realiza de una manera empírica teniendo como base las sugerencias de las personas se encontraban anteriormente en los cargos de Jefe de División Tratamiento y Jefes de Planta, manteniendo unos lotes de pedido fijados hace ya varios años.

El jefe de planta determina cuando es el momento de pedir de acuerdo al nivel de existencias que ha alcanzado determinado insumos, este punto conocido dentro de la teoría de inventarios como Punto de Reorden (ROP por sus siglas en Inglés), está sujeto al parecer del Jefe de Planta quien basado en su experiencia y conocimiento del cargo juega con los tiempos de abastecimiento y toma las decisiones que el estima adecuadas.

#### **4.3.2 Responsables del Proceso**

Los directos responsables de garantizar las existencias en cada planta son los Jefes de Planta de Tratamiento quienes están permanentemente supervisando los niveles de los inventarios de cada insumo químico y debe generar los pedidos y comunicarse con el proveedor externo para solicitar los despachos parciales y mantener informado al Jefe de División Tratamiento de las existencias, quien debe ejercer la interventoría de los contratos.

#### **4.3.3 Información de la administración de inventarios**

El único control que se lleva de los inventarios es del de las existencias por tipo de insumo en cada Planta de Tratamiento, no se guarda información acerca del cumplimiento o no de los inventarios de seguridad y se presta muy poca atención a las condiciones de almacenamiento de insumos como el Sulfato de Aluminio y la

Cal Apagada, ya que no existen unas políticas definidas para esto. No existe un documento que contenga las cantidades que se deben ordenar ni que indique en que momento hacerlo. Simplemente se tiene cuidado en que los inventarios cuadren, es decir, que en ningún momento se presenten faltantes o inconsistencias. Los formatos utilizados en el control de las existencias son: Movimiento Diario de Insumos Químicos (ver Anexo 5), el cual es diligenciado por el Operador de Planta de Tratamiento y Control de Insumos Químicos (ver Anexo 6), utilizado por el Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento. En el momento de la recepción de los productos simplemente se recibe el Certificado de Calidad expedido por el proveedor externo (ver Anexo 7) y se firma la remisión en señal de aprobación, sin prestar la atención debida a la información contenida en dicho certificado. Como evidencia de la verificación del producto comprado, únicamente se mantienen registros de los resultados del control de calidad realizado a las muestras que se recogen del Sulfato de Aluminio y de la Cal Apagada (ver Anexo 8).

#### **4.3.4 Almacenamiento**

No existe una política definida para el manejo de los insumos dentro de las bodegas de las Plantas de Tratamiento, estos simplemente se van acomodando a medida que van llegando en las bodegas establecidas para cada uno de ellos sin identificación alguna. En el caso de los insumos que vienen en bultos de 25 Kilogramos se apilan en la modalidad de arrume negro en cuadrantes de 300 a 500 kilos aproximadamente. Las bodegas tienen una gran capacidad de almacenamiento de insumos teniendo cada una la capacidad de almacenar en las condiciones actuales aproximadamente 60.000 toneladas de Sulfato de Aluminio, 50.000 toneladas de Cal Apagada, 10 contenedores de Cloro Líquido (con excepción de la bodega de Cloro Líquido de la Planta de Tratamiento Morrórico

que solo tiene capacidad para 3 contenedores) y 10 canecas de Polímero ayudante de coagulación.<sup>31</sup>

## **4.4 ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS**

### **4.4.1 Proceso de compras**

De acuerdo a los aspectos observados en la caracterización del proceso, se decidió realizar una revisión mas detallada del mismo, con el acompañamiento de los funcionarios responsables.

- **Diagnóstico inicial.**

Como primera medida se decidió realizar una reunión para realizar un diagnóstico inicial del proceso en la cual participaron el autor del proyecto, el jefe de la división de suministros y apoyo logístico, quien es responsable de todo el proceso de compras de la organización, también asistieron el gestor de calidad y el representante de la firma asesora CONCALIDAD quien brinda acompañamiento a la empresa a lo largo de todo el proceso de implementación del Sistema de Gestión de la Calidad. Como resultado de esta reunión se extrajeron las siguientes conclusiones:

- No se cuenta con la documentación actualizada acerca de las actividades desarrolladas por el área.
- No existen procedimientos establecidos que evidencien la verificación del producto comprado.
- No se conocen las especificaciones técnicas de los insumos químicos que adquieren para el proceso de tratamiento y no existe un conocimiento adecuado acerca de las condiciones de almacenamiento de los mismos.
- Se deben establecer las responsabilidades de todos los funcionarios involucrados en el proceso de compras.

---

<sup>31</sup> Fuente. Jefe de División Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

- Se debe fortalecer el conocimiento de la política de calidad y los objetivos estratégicos de la organización.

De acuerdo con los aspectos anteriormente mencionados se estableció un plan de trabajo para realizar la estandarización del proceso de acuerdo con los lineamientos de la NTC ISO 9001:2000. Como primera medida se determinó que el autor del proyecto debería familiarizarse con el proceso actual de compras y conocer a cada uno de los funcionarios relacionados que participan en él. Una vez se tiene un conocimiento adecuado de los diferentes aspectos que se presentan el proceso, identificar los aspectos mas relevantes que pueden ser calificados como críticos por tener una gran repercusión dentro del proceso de tratamiento del agua y por último generar e implementar la documentación necesaria para el correcto desarrollo de las actividades de compra.

#### **4.4.2 Proceso de administración de inventarios**

Buscando establecer un punto de partida para determinar la situación actual de la administración de inventarios de insumos químicos, se realizaron consultas y visitas a las plantas de tratamiento con el acompañamiento del jefe de la División Tratamiento y los respectivos Jefes de planta.

- **Entrevistas con el personal involucrado en la administración de inventarios de insumos químicos y suministros.**

Con la colaboración del Jefe de la División de Tratamiento se citó a una reunión a los tres jefes de planta de tratamiento y se solicitó a cada uno de ellos que expusiera la forma como administra los inventarios de insumos químicos y suministros en su respectiva planta de tratamiento y se expusieron las generalidades del proyecto, los objetivos generales y específicos del mismo, de esta reunión se pudo concluir lo siguiente:

- Los actuales Jefes de Planta de Tratamiento tienen una experiencia superior a los cinco años en su puesto de trabajo razón por la cual demostraron un amplio conocimiento del proceso de tratamiento y de las variables que pueden influir en él.
- Evidenciaron que no tienen claramente definidos para cada planta los niveles de inventarios de seguridad, punto de reorden ni tamaño de lote económico, ya que para todas las plantas se manejan unos valores establecidos varios años atrás los cuales no han sido sujetos a revisión.
- Demostraron una clara disposición a brindar apoyo durante el desarrollo del proyecto e igualmente a aportar sus conocimientos adquiridos durante su desempeño como Jefes de Planta de Tratamiento.
- Por el desconocimiento que se tiene de la rotación real de los insumos y de los costos en los que se incurre al almacenar la mercancía, no se han establecido unas cantidades apropiadas para el lanzamiento de las órdenes de compra de insumos, lo cual deriva en que muchos productos, como es el caso del Sulfato de Aluminio y la Cal Hidratada, entre otros, tengan unos niveles de inventario muy altos; mientras que de otros productos, como es el caso de los cilindros de Cloro, el nivel del inventario es muy bajo y eventualmente alguna planta de tratamiento se queda sin existencias.
- Dado que siempre se ha apelado a la experiencia y estabilidad laboral de los jefes de planta, únicamente ellos conocen a fondo todos los procedimientos referentes a las plantas de tratamiento y no se cuenta con documentación escrita que analice el historial del consumo de los insumos según la cantidad de agua tratada periódicamente, ni el stock de seguridad que se debe manejar, ni las cantidades a ordenar cuando se llega a dicho stock, etc.; en pocas palabras, no se tiene por escrito la forma como deben administrarse los insumos y cada jefe de planta los realiza como mejor le parece y tratando que cada decisión que tome sea la más acertada. De todas formas, esto ha funcionado durante muchos años, pero se evidencia la necesidad de tener en cuenta otras alternativas.

- La mayoría de los proveedores residen en el país, más exactamente en Bucaramanga, Medellín y Bogotá, lo cual facilita enormemente la consecución de productos y el cumplimiento de las fechas de entrega pactadas. Desafortunadamente no existe una metodología para la selección y evaluación de los proveedores de insumos químicos.
- En resumen se puede concluir que el manejo de los inventarios de insumos químicos y suministros en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. se viene llevando a cabo de una manera empírica, que los responsables del proceso de Tratamiento reconocen esta problemática y son concientes de la posibilidad de aumentar la eficiencia del mismo, buscando liberar recursos de la empresa que le permitan tener una mayor liquidez monetaria.

- **Diseño de encuesta para el diagnóstico del manejo de insumos químicos y suministros**

Con el fin de tener una base teórica que permitiera comparar la forma como se estaba administrando los inventarios de insumos inicialmente, y los resultados obtenidos con la implementación del modelo propuesto, se desarrolló una encuesta orientada al manejo de los insumos químicos y suministros en las plantas de tratamiento.

Inicialmente se realizó una lluvia de ideas entre el proponente del proyecto y por parte de la empresa estuvo presente el jefe de la división de tratamiento y la coordinadora de calidad, de la cual resultaron una serie de tópicos generales que debían ser tomados en cuenta para extractar información de la forma como se administran las materias primas.

Los tópicos analizados fueron:

- \* Número de productos que se manejan en el proceso de tratamiento de agua e identificación de las más críticas.
- \* Recopilación de un historial de consumo de los insumos químicos y suministros.
- \* Sistema de control que regula los consumos.
- \* Niveles mínimo y máximo de stock que pueden ser almacenados por cada producto.
- \* Criterio que se sigue para determinar la cantidad a pedir.
- \* Niveles de existencia que se maneja por cada producto para suplir la demanda y su respuesta a los cambios bruscos en la demanda.
- \* Inventarios de seguridad y el respaldo que ofrecen para no quedarse sin stock.
- \* Costo que le genera a la empresa el almacenar por largos períodos de tiempo los productos.
- \* Estrategia de almacenamiento y forma de estibar los productos.
- \* Utilización de sistemas visuales de almacenamiento.

A partir de estos tópicos, se diseñó la encuesta de dieciocho preguntas que se encuentra en el Anexo 9, que tiene como fin medir la frecuencia con la cual se tienen en cuenta los aspectos anteriormente enunciados.

Dado que se determinó que las respuestas de la anterior encuesta se usarían como un indicador del logro obtenido con la implementación del sistema, surgió la necesidad de cuantificarlas, para así poder comparar numéricamente el diagnóstico inicial y el final del proceso de administración del almacén. Por lo tanto se asignó a cada una de las frecuencias, un equivalente numérico (puntaje), así:

**Cuadro 2. Puntuación del diagnóstico**

<b>FRECUENCIA</b>	<b>PUNTAJE</b>
Siempre	10 puntos
Frecuentemente	8 puntos
Pocas veces	5 puntos
Nunca	0 puntos

Por lo tanto para hallar la puntuación obtenida en el diagnóstico, es necesario sumar el número de veces que se repite cada frecuencia y multiplicarlo por el puntaje asignado, luego se debe obtener la sumatoria de los puntajes de las frecuencias, así:

$$\text{PUNTUACION} = [(\sum N) * 0] + [(\sum P) * 5] + [(\sum F) * 8] + [(\sum S) * 10]$$

Donde:

N: Nunca

P: Pocas veces

F: Frecuentemente

S: Siempre

Luego de hablar con el Jefe de la División de tratamiento, se determinó que las personas mas indicadas para responder la encuesta son los Jefes de las Plantas de Tratamiento los cuales son tres en total, distribuidos de la siguiente manera: Las Plantas de Tratamiento La Flora y Morrорico están bajo la responsabilidad del Ingeniero Químico Javier Quiroga; La Planta de Tratamiento Bosconia es dirigida por el Ingeniero Químico Isidro Ardila y por último la Planta de Tratamiento Floridablanca a cargo del Químico John Barreneche. De esta forma la puntuación más alta posible a obtener es quinientos cuarenta (540) puntos (se obtiene de multiplicar el total de preguntas por el puntaje máximo posible) y representa un 100% del cumplimiento de las características que se deben tener en cuenta para lograr un excelente rendimiento al administrar los insumos. Por otro lado se tiene la que la puntuación mínima alcanzable es cero (0) puntos, la cual representa un 0% del cumplimiento de los tópicos expuestos. Para obtener el grado (porcentaje) de cumplimiento entre estos dos puntos extremos es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO} = \frac{\text{PUNTUACION}}{540} * 100\%$$

Con base en esta apreciación, se diseñó la siguiente tabla, que otorga una apreciación cualitativa al porcentaje de cumplimiento obtenido.

**Cuadro 3. Porcentaje de cumplimiento**

<b>PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO</b>	<b>APRECIACIÓN</b>
90% - 100%	Excelente
80% - 89%	Buena
60% - 79%	Aceptable
1% - 59%	Deficiente
0%	Muy deficiente

Cada apreciación representa la forma como se percibe la administración de los insumos químicos.

- **Diligenciamiento de la encuesta**

Para obtener un diagnóstico inicial del manejo de insumos, se pidió a los tres Jefes de Planta, que respondieran personalmente cada una de las dieciocho preguntas de la encuesta. Para conocer la puntuación obtenida en el diagnóstico se realiza la sumatoria del número de veces en las que se repitió cada una de las frecuencias y se aplica la fórmula matemática. El resultado se presenta en la siguiente tabla:

**Cuadro 4. Frecuencia de respuestas en la encuesta inicial**

<b>ENCUESTADO</b>	<b>RESULTADOS</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>
	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>F</b>	<b>S</b>	
Qco. John Jairo Barreneche	7	2	0	9	
Ing. Isidro Ardila Rojas	6	2	4	6	
Ing. Javier Quiroga	7	1	4	6	
<b>TOTALES</b>	20	5	8	21	
<b>PONDERACIÓN</b>	0	5	8	10	
<b>VALOR TOTAL</b>	0	25	64	210	299

A continuación se presenta el procedimiento para calcular la puntuación obtenida en las encuestas.

$$\text{PUNTUACION} = [(\sum N) * 0] + [(\sum P) * 5] + [(\sum F) * 8] + [(\sum S) * 10]$$

$$\text{PUNTUACION} = [20 * 0] + [5 * 5] + [8 * 8] + [21 * 10]$$

$$\text{PUNTUACION} = 299$$

A continuación, se obtiene el porcentaje de cumplimiento de la puntuación obtenida:

$$\text{PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO} = \frac{\text{PUNTUACION}}{540} * 100\%$$

$$\text{PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO} = \frac{299}{540} * 100\%$$

$$\text{PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO} = 55\%$$

Finalmente, se busca el equivalente cualitativo que corresponde al porcentaje de cumplimiento de 55%. Para este caso es deficiente. Así pues, se tiene que el resultado inicial de evaluar la forma de cómo se administran los insumos químicos y suministros que abastecen al proceso de Tratamiento de agua en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., se puede catalogar como deficiente, teniendo un 55% de cumplimiento con los estándares diseñados.

Es precisamente este concepto el que se desea modificar, ya que con la alta rotación de los insumos que se manejan en el proceso de abastecimiento de cada

una de las plantas de tratamiento, surge la necesidad de mejorar el sistema de administración de los insumos.

- **Visitas a las plantas de tratamiento**

Con el fin de determinar las condiciones de almacenamiento y ocupación de las bodegas se visitó cada una de las cuatro plantas de tratamiento y se realizó una observación directa. De esta actividad se extrajeron las siguientes conclusiones:

- Las bodegas fueron diseñadas para una capacidad de almacenamiento bastante grande teniendo en cuenta el área disponible para la disposición de los insumos químicos.
- No se encuentran debidamente señalizadas cada una de las bodegas, teniendo en cuenta que para cada tipo de insumo existe una bodega independiente.
- La infraestructura de las bodegas se encuentra deteriorada presentando humedad en las paredes y techo de las mismas, representando un riesgo el posible deterioro de los insumos.
- En el caso del Sulfato de aluminio y la Cal Apagada, insumos que vienen empacados en bultos de 25 kilogramos, el almacenamiento se realiza en la modalidad de arrume negro, es decir, apilados unos encima de otros y ubicados sobre estibas.
- El Cloro Líquido viene en contenedores metálicos de 900 kilogramos y es ubicado sobre unas bases metálicas diseñadas especialmente para soportar el peso y solo se permite su almacenamiento en un solo tendido.
- El Polímero Líquido viene almacenado en canecas plásticas de 220 kilogramos y se almacenan sobre estibas.
- No se puede identificar claramente la fecha de llegada de cada lote de insumos químicos.

Con la colaboración de cada uno de los Jefes de planta de tratamiento se revisó la documentación empleada para la administración de las existencias de insumos

químicos y suministros, la recepción, inspección y manipulación de los insumos químicos y el manejo de las respectivas bodegas, así como los formatos para el control de los inventarios. Se concluyó lo siguiente:

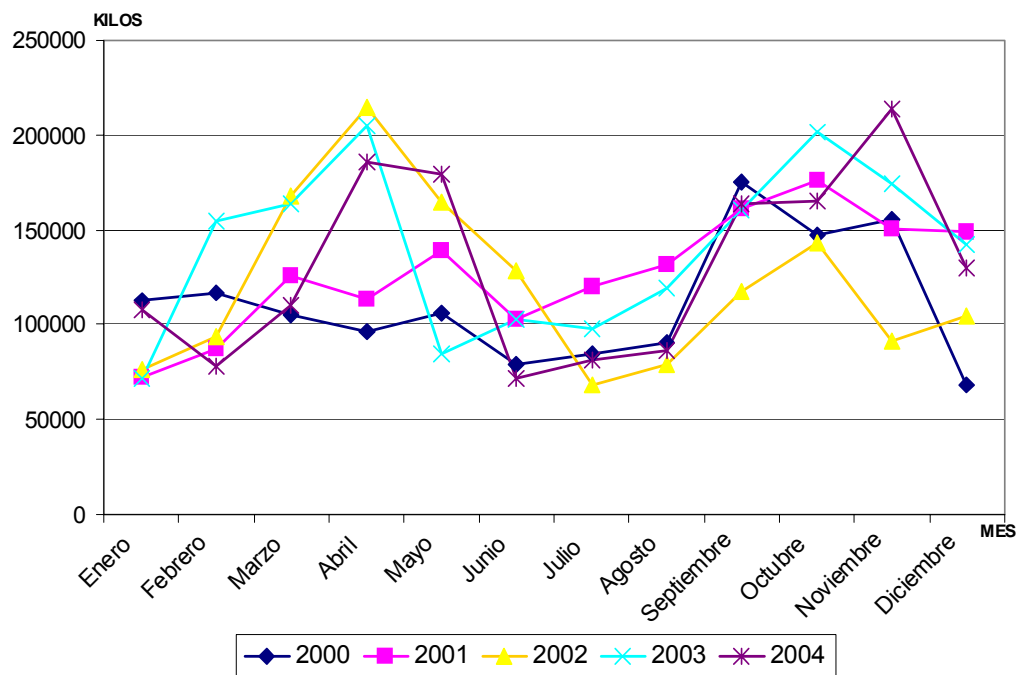
- No existe documentación que indique la forma como deben ser revisados los insumos químicos en el momento de ser recibidos en cada planta de tratamiento. Tampoco se encontraron documentos relacionados con el manejo de los insumos químicos y su debido almacenamiento.
- Los formatos empleados en el control no son diligenciados en su totalidad y no brindan la información necesaria para la supervisión del consumo de los insumos químicos.
- No existe una documentación que sustente la forma como se administran los inventarios.

Igualmente se solicitó al Jefe de División de Tratamiento la autorización para extraer de la documentación de las diferentes plantas de tratamiento (cuatro en total) los datos históricos del consumo de insumos químicos y suministros por cada planta, el procedimiento llevado a cabo fue el siguiente:

- Se consultaron las planillas de operación desde el año 2.000 hasta el año 2.004, en estas se consigna el consumo diario de cada uno de los insumos químicos utilizados en el proceso de tratamiento de agua.
- Se registraron los datos obtenidos discriminados por tipo de insumo químico y planta de tratamiento.
- Se transcribieron los datos a una hoja de cálculo, donde se realizó la sumatoria de los consumos diarios y se obtuvieron los consumos mensuales por insumo químico y por planta de tratamiento.
- Con el fin de realizar un análisis del consumo de insumos químicos y comparar simultáneamente el comportamiento de cada año se graficaron los datos recopilados.

- Teniendo en cuenta la similitud del comportamiento del consumo de insumos químicos en todas las plantas de tratamiento se decidió tomar los datos de los años comprendidos entre el 2.000 y el 2.004. A continuación en la Figura 11 se presenta la gráfica correspondiente al consumo total de insumos químicos en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

**Figura 11. Consumo de insumos químicos años 2.000 a 2.004**



Fuente. Planillas de Operación de las Plantas de Tratamiento de Agua del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

### • **Análisis del consumo**

Teniendo en cuenta los comportamientos del consumo de insumos químicos se puede observar que su aumento o disminución está directamente ligada con el comportamiento del clima ya que como se pudo observar en la Figura 9, los meses de enero, febrero y marzo hubo verano seguido de un invierno moderado en los meses de abril, mayo y junio, luego se presentó un corto verano durante julio, agosto y septiembre para terminar el año con lluvias en los meses de

octubre, noviembre y diciembre. Este comportamiento se repite cada año con mayor o menor intensidad, pero en general el consumo de insumos químicos presenta un comportamiento estacional bastante marcado.

#### **4.5 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA**

Basado en el diagnóstico realizado en los numerales anteriores se lograron clasificar las ineficiencias en los procesos que se hace necesario corregir para garantizar una gestión acorde con los intereses de la alta dirección del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

##### **4.5.1 Oportunidades de mejora para el proceso de compras**

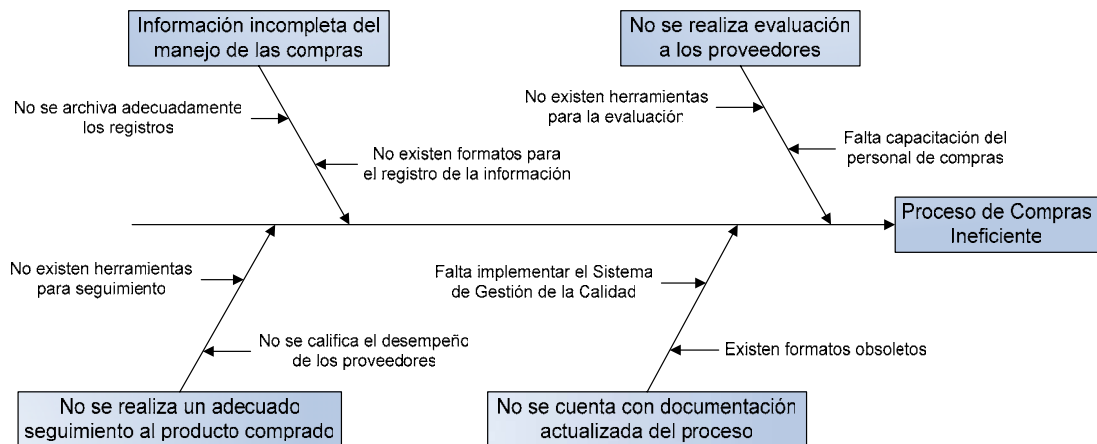
Teniendo en cuenta el interés de la organización por la certificación del proceso de tratamiento, analizando la normatividad, requerimientos y manuales existentes en la empresa y valiéndose de entrevistas, observación directa, definición de funciones por cargos entre otras actividades, se realizó un análisis a las actividades específicas que se efectúan normalmente en la división de suministros y apoyo logístico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. y se determinaron los siguientes aspectos, los cuales se deben implementar para mejorar el proceso:

- Generar un instructivo que documente y establezca las actividades necesarias para efectuar un pedido mediante el módulo SAFI del sistema integrado de información de la organización.
- Generar e implementar un documento que contenga las especificaciones técnicas, las características químicas, las condiciones de transporte y manejo de los insumos químicos usados en el tratamiento del agua.
- Documentar las actividades que se deben llevar a cabo con respecto al manejo de las bodegas de insumos químicos y el correcto almacenamiento de los mismos y darlas a conocer a los responsables de éstas.

- Establecer un mecanismo que permita seleccionar, evaluar y calificar el desempeño de los proveedores del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.
- Documentar las actividades que se llevan a cabo al interior de la división de suministros y apoyo logístico que tienen relación directa con el manejo de pedidos, órdenes de compra, recepción de insumos químicos y suministros y normalizar todos los formatos utilizados de acuerdo con los lineamientos de la NTC ISO 9001:2000.
- Realizar actividades que permitan fortalecer el entendimiento de la política de calidad y de los objetivos estratégicos de la organización.
- Mantener el archivo de los registros y demás documentación involucrada con el proceso de compras, de acuerdo con las exigencias del sistema de gestión documental.

Teniendo en cuenta la importancia de los aspectos anteriores para la preparación de la empresa para una futura certificación de calidad en el proceso de tratamiento, se logró una mayor claridad acerca de las actividades a desarrollar. En la Figura 12 se observan las causas del bajo desempeño del proceso, teniendo en cuenta las necesidades de la empresa que se encuentra próxima a la auditoría de certificación del proceso de Tratamiento de Agua.

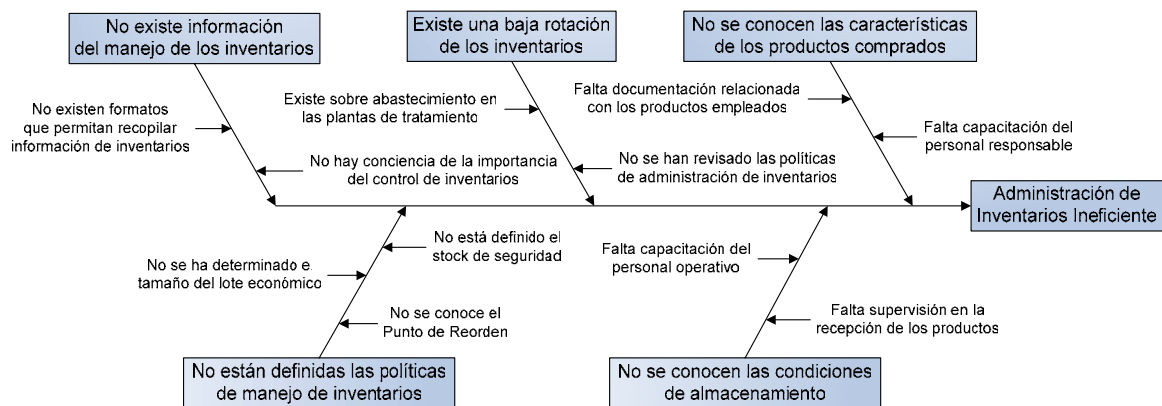
**Figura 12. Diagrama Causa-Efecto del Proceso de Compras**



#### 4.5.2 Oportunidades de mejora para el proceso de administración de inventarios

En conjunto con los Jefes de Planta de Tratamiento, el Jefe de División Tratamiento y el Gestor de calidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., se realizó una reunión donde se desarrolló una lluvia de ideas con la intención de señalar las posibles razones que generan la inconformidad con la forma como se vienen administrando los inventarios. A continuación en la Figura 13 se pueden identificar las causas de la ineficiencia del control de inventarios que se lleva a cabo en la organización.

**Figura 13. Diagrama Causa-Efecto del proceso de administración de inventarios**



Estas causas sirven como punto de partida para atacar la problemática que se ha planteado, tomándolas como oportunidades de mejora para la empresa, mas adelante se presentan las soluciones propuestas para la corrección de estas deficiencias observadas.

## **5 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEJORAS**

### **5.1 MEJORA DEL PROCESO DE COMPRAS**

Las acciones emprendidas para corregir todas las falencias del proceso de compras son las siguientes se presentan a continuación.

#### **5.1.1 Sensibilización del personal**

Luego de realizar la caracterización del proceso de compras (ver Figura 8 del numeral 4.2), identificando las entradas, las salidas, los recursos humanos y tecnológicos utilizados, los responsables y colaboradores del proceso, así como los clientes del mismo, se realizó la verificación con el Jefe de la División de Suministros y Apoyo Logístico, quien prestó apoyo para llegar al personal involucrado con las compras del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. Se realizaron reuniones semanales con los funcionarios involucrados en el proceso donde se expusieron los aspectos relevantes de la NTC ISO 9001:2000 y se reforzó el conocimiento de la política de calidad, así mismo se dio a conocer la caracterización del proceso y se recibieron sugerencias acerca de la metodología empleada en las reuniones, buscando llegar de la mejor forma posible al personal.

#### **5.1.2 Documentación y Normalización**

Con la colaboración permanente de todos los funcionarios del área, se plantearon y se analizaron los procedimientos para cada actividad desarrollada en la división de suministros y apoyo logístico. Se definieron los objetivos, alcance, responsables y usuarios de cada una de las actividades llevadas a cabo al interior de la división de suministros y apoyo logístico.

Se levantaron los instructivos y guías para cada actividad de la división, enunciando claramente el alcance, objetivos y responsables, así como definiendo responsables e interacciones con las demás áreas (específicamente con la División de Tratamiento), todo esto bajo la dirección del gestor de calidad y con la supervisión del representante de la firma asesora

Se realizaron reuniones con los jefes de las diferentes dependencias de la organización para revisar la documentación generada, recibir comentarios y sugerencias acerca de la redacción y facilidad de comprensión. Se tomaron en cuenta las propuestas y se realizaron las respectivas correcciones a los documentos para ajustarlos a las necesidades y características de la empresa.

Se realizó una reunión con el jefe de la división de suministros y apoyo logístico, el gestor de calidad y el gerente administrativo para dar la aprobación final a los documentos. Se presentaron de los documentos ante los funcionarios que desarrollan las actividades allí descritas, con el objeto de llevar a cabo su implementación y aplicación.

Esta metodología permitió generar toda la documentación actualizada del proceso de compras del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., cumpliendo con los requerimientos del Sistema de Gestión de la Calidad y con las necesidades de los clientes del proceso. Este logro fue alcanzado gracias al apoyo y compromiso de los funcionarios que intervienen el proceso. En el Anexo 10 se presenta el listado de los documentos generados y normalizados por el autor del proyecto.

## **5.2 MEJORA DEL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS DE INSUMOS QUÍMICOS Y SUMINISTROS**

Como mejora central del proyecto se propone diseñar e implementar un modelo de administración de inventarios que permita determinar claramente los niveles de

seguridad, el tamaño del lote económico, el punto de reorden, los costos de administración del inventario y en general aprovechar el fundamento teórico del control de inventarios para permitir un mejor aprovechamiento de los recursos de la organización.

### **5.2.1 Selección de las referencias**

Todo pedido debe ser realizado a través de la división de Suministros y Apoyo Logístico perteneciente a la Gerencia Administrativa, esto para mantener un control permanente sobre los productos que se compran para la empresa. Todos los productos comprados deben llegar a la bodega del almacén general para ser inspeccionados, poder constatar que cumplen con las especificaciones de los requerimientos y que las cantidades despachadas coinciden con las solicitadas; aunque en el caso de los insumos químicos cada Planta de Tratamiento cuenta con bodegas destinadas al almacenamiento de éstos debido al gran volumen que ocupan, razón por la cual El Sulfato de Aluminio (sólido y líquido), la Cal Hidratada, el Polímero y el Cloro líquido son despachados directamente a cada una de las bodegas de las Plantas de Tratamiento, donde los ayudantes de operador de planta de tratamiento están encargados de inspeccionar las condiciones de transporte, empaque y entrega de los insumos químicos, así como su disposición al interior de cada una de las bodegas habilitadas para su almacenamiento.

Debido a este manejo de diversos productos para toda la organización, se realizó una selección de los productos gestionados a través de la división de suministros y apoyo logístico que se encuentran involucrados directamente con el proceso de Tratamiento del Agua. Esta selección se hizo con base en la lista de productos que emplea cada una de las plantas de tratamiento.

Los productos seleccionados, los cuales van a ser gestionados a través del modelo de inventarios que se va a diseñar en este proyecto se encuentran

reseñados en el Anexo 11. En éste se encuentran detallados todos los productos analizados, teniendo en cuenta su medida, su descripción y su respectivo costo unitario.

- **Clasificación ABC de las referencias de materias primas**

A partir de los consumos de todas las referencias se procedió a realizar una clasificación ABC, para determinar los productos utilizados en el proceso de tratamiento de agua que tienen una mayor importancia e impacto en el inventario del mismo proceso, por el volumen monetario que puedan manejar a lo largo del año.

La clasificación se hizo tomando el consumo mes a mes y el costo unitario de cada referencia, para conocer el volumen de dinero que maneja cada referencia. Este volumen de dinero se acumuló hasta el final del año 2.004 y con base en esto, se clasificaron las referencias de acuerdo con lo establecido por el análisis ABC de la siguiente forma:

- Referencias Tipo A: aquellas que constituyen alrededor del 80% del volumen monetario total del inventario utilizado.
- Referencias Tipo B: aquellas que constituyen alrededor del 15% del volumen monetario total del inventario utilizado.
- Referencias Tipo C: aquellas que constituyen alrededor del 5% del volumen total del inventario utilizado.

El total de dinero de las referencias que se utilizaron en el proceso de tratamiento de agua en el año 2.004 fue de \$ 1.170'620.772,92 pesos.<sup>32</sup> De esta forma las

---

<sup>32</sup> Dato suministrado por la División de Contabilidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

referencias quedan clasificadas de la forma en que se muestra en el Anexo 12, en este anexo se puede apreciar como 2 de los productos de más frecuente rotación en el inventario, poseen el 82% del valor del inventario para el año 2.004, siendo estas los productos tipo A. El 17% de valor del inventario es manejado por 3 productos, las cuales conforman las referencias tipo B. Las demás referencias conforman el 1%, conformando el grupo de referencias tipo C. De acuerdo con esta clasificación, se decidió seleccionar las referencias tipo A y B, para la aplicación del modelo de control de inventarios debido a su importancia, tanto en la parte económica de la empresa, como en la parte del proceso de tratamiento de agua que se lleva a cabo y dejar las referencias tipo C con el mismo control que tienen debido a su poca relevancia e influencia en costos.

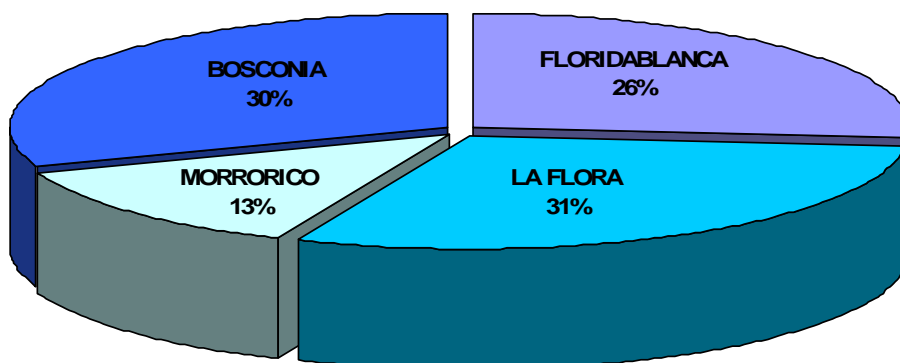
### **5.2.2 Análisis de consumos**

Después de seleccionar las referencias que hacen parte del almacén, se procedió a realizar el conteo del consumo de cada una de las referencias del proceso de tratamiento de agua para los años 2.000 a 2.004. Este conteo se hizo con el fin de conocer el comportamiento de cada una de las referencias a lo largo del año.

Debido a que los insumos y suministros son compartidas por todas las plantas de tratamiento (La Flora y Morrórico, Floridablanca y Bosconia), el conteo permitió conocer la participación de cada planta de tratamiento en el consumo de cada una de estas referencias que son utilizadas por varias plantas.

A continuación, en la figura 8, de acuerdo con el conteo realizado, se muestra la planta de tratamiento con mayor participación en el consumo de los productos; cabe anotar que el Sulfato de Aluminio Líquido es consumido exclusivamente por la planta de tratamiento Bosconia y que su uso se está implementando actualmente, razón por la cual no existen registros de consumo de periodos anteriores

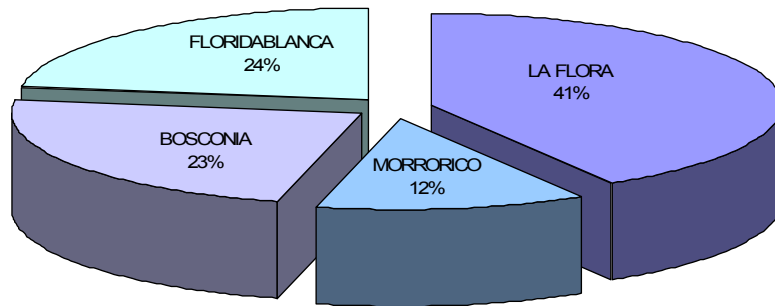
**Figura 14. Participación de las plantas de tratamiento en el consumo de insumos químicos tipo A**



Fuente. División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

En orden de importancia, dentro de las referencias clasificadas como tipo A, la planta de tratamiento que utiliza más de estos productos es la planta La Flora, pues tiene una alta participación con un porcentaje de consumo promedio del 31%. Luego se encuentra la planta de tratamiento Bosconia con un porcentaje de consumo promedio del 30%. Continuando con el orden de las plantas que más utilizan los productos clasificados como A se encuentra la Planta Floridablanca con un 26% y Finalmente se encuentra la planta Morrórico, la cual solo tiene un consumo promedio del 13%. Esto va en concordancia con los datos presentados en la Figura 15, donde aparece la planta La Flora como la que mayores aportes hace al sistema de distribución de agua potable. En segundo lugar con respecto al consumo de insumos tipo A tenemos a la planta de tratamiento Bosconia, debido a las condiciones de contaminación del agua que se capta del río Suratá. La planta que menos consume insumos químicos es la planta Morrórico, la cual igualmente es la que menos aportes realiza al sistema de distribución de agua potable de Bucaramanga, Floridablanca y Girón.

**Figura 15. Aportes al sistema de distribución de agua potable - Año 2004**



Fuente. División de Distribución del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

### **5.2.3 Establecimiento de indicadores de gestión**

Con el fin de establecer un punto de comparación entre la forma en la cual se ha venido administrando el inventario de bodegas de insumos y suministros que abastece el proceso de tratamiento de agua y el modelo a implementar en el desarrollo de este proyecto, se establecieron los indicadores de gestión que se exponen a continuación. Tal como plantea Ballou<sup>33</sup>: la administración del inventario involucra un balance entre la disponibilidad del producto y el costo de proveer un nivel de disponibilidad del producto. Por lo tanto los indicadores de gestión propuestos se centrarán específicamente en el seguimiento de estas dos variables.

Estos indicadores se aplicarán a las referencias catalogadas como tipo A y B por su importancia dentro del proceso, y se evaluarán antes y después de la implementación del modelo propuesto, para así, determinar la eficacia del modelo, hacerle seguimiento periódico a los resultados obtenidos y tener la suficiente información para plantear recomendaciones y acciones correctivas cuando sea el caso.

---

<sup>33</sup> BALLOU, Op. cit., p. 315

- **Nivel de servicio al cliente.**

Consiste en evaluar el número de pedidos internos que se atendieron en el mismo momento en que fueron solicitados.

$$\text{Nivel de servicio al cliente por unidad} = \left( \frac{\text{Número de pedidos despachados completos}}{\text{Total de pedidos solicitados}} \right) * 100\%$$

- **Evaluación del nivel del servicio al cliente.**

Para conocer el nivel de servicio que se manejaba al momento de efectuar el diagnóstico de la administración de inventarios en las plantas de tratamiento, se realizó durante todo el mes de septiembre de 2004, un seguimiento al número de pedidos que se atendieron.

La información recopilada es la siguiente: durante todo este mes se hicieron un total de 8 pedidos; de estos, 5 pedidos requirieron de al menos un insumo o suministro tipo A y/o B. Al hacerle seguimiento a los despachos realizados, se obtuvo que se atendieron los 5 pedidos de insumos químicos en el momento preciso. Los otros 3 pedidos se trataban de órdenes de compra por suministros para los laboratorios de las plantas.<sup>34</sup>

Al aplicar la ecuación planteada anteriormente para este indicador, se obtiene el nivel de servicio al cliente que alcanzó la administración de inventarios de insumos químicos durante el mes de septiembre:

$$\text{Nivel de servicio al cliente por pedido de insumos} = \frac{5}{5} * 100\%$$

$$\text{Nivel de servicio al cliente por pedido de insumos} = 100,0\%$$

---

<sup>34</sup> Fuente. División de Suministros y Apoyo Logístico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Este nivel de servicio al cliente, refleja que durante este mes se tuvo la capacidad inmediata de atender el 100% de los pedidos realizados, lo que corresponde a un total de 5 requisiciones individuales suplidas.

- **Costo de materia insumos y suministros tipo A y B almacenada a fin de mes.**

Este indicador proporciona la información acerca del costo del inventario que se tiene en insumos y materias primas para el fin de mes y la cuantificación del valor del mismo. Este indicador se pretendía obtener con el nivel de inventarios del mes de diciembre, sin embargo, los precios de compra de cada una de las referencias para el año 2.004 son diferentes para el 2.005, ya que desde el comienzo del año la mayoría de proveedores efectuaron un alza en los precios con el reajuste para el año que se comenzó. Con el fin de tener la misma base de comparación para los resultados obtenidos luego de implementado el modelo, se decidió aplicar el indicador al inventario del mes de enero y así poder comparar los costos de los meses posteriores.

Costo de insumos tipo A y B a fin del mes de enero de 2005<sup>35</sup> = \$ 192.583.162,08

Los datos del inventario a fin del mes de enero del año 2.005 se pueden apreciar en el Anexo 13.

#### **5.2.4 Pronósticos**

Una de las principales entradas para un modelo de inventarios, son los pronósticos, porque a partir de estos se puede calcular la cantidad necesaria de materias primas, insumos o productos terminados que se deben mantener en el inventario en un momento determinado. Así mismo con los pronósticos, se puede establecer la cantidad necesaria de artículos o referencias que se deben mantener

---

<sup>35</sup> Fuente. División de Contabilidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

para cumplir con un determinado nivel de servicio establecido por la empresa; como dice Narasinhham: “los encargados de planear producción usan los pronósticos a fin de estar en posibilidad de planear la capacidad, los niveles de inventarios y las actividades que se deben llevar a cabo en el taller”<sup>36</sup>.

Para poder planear con antelación las necesidades del almacén general debemos conocer el comportamiento estacional de la demanda de insumos químicos debido al clima de la región el cual influye directamente en las características que presenta el agua cruda que se capta de las diferentes fuentes como son: río Tona, río Suratá, río Frío ya que de acuerdo a las características de turbiedad del agua se hace necesario aplicar mayor o menor cantidad de insumos químicos durante el proceso de tratamiento del agua. Durante el año 2.004 el comportamiento de las fuentes de gravedad fue normal, presentándose un verano al inicio del año, seguido de un primer invierno moderado durante los meses abril y mayo, volviendo a un corto verano en el mes de agosto, para terminar con un invierno fuerte de tres meses, lo cual permitió que entre los sistemas del río Tona (Plantas de tratamiento La Flora y Morrórico) y río Frío (Planta de tratamiento Floridablanca) se captara el 77.3% del total anual y el sistema de bombeo Suratá (Planta de tratamiento Bosconia) aportara el 22.7% restante.<sup>37</sup>

A partir de los datos históricos de la demanda de insumos químicos, se procedió a realizar pruebas con modelos de pronósticos existentes, con el fin de determinar cual de estos es el que mejor se ajusta al comportamiento de la demanda del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. de acuerdo con lo que nos propone Narasinhham<sup>38</sup>, donde un modelo tiene que ser validado antes de poderse utilizar con propósitos de pronóstico. Por lo tanto, hay que utilizar una parte de los datos disponibles para estructurar el modelo, en tanto los datos restantes se deben utilizar para someter el modelo a prueba y validarlo a fin de asegurarse de

---

<sup>36</sup> NARASINHAM, Op. Cit., p. 25

<sup>37</sup> Fuente. Informe de Balance y Gestión 2.004, Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

<sup>38</sup> NARASINHAM, Op. Cit., p. 49

que representa el proceso de manera fidedigna. Todo modelo de pronóstico debe ser evaluado con el fin de analizar si su aplicación es factible, o no, en un determinado proceso. Dentro de los modelos de pronóstico, aquellos que se consideran factibles de aplicación para el proceso llevado a cabo en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., debido a sus características fueron el modelo de suavizamiento exponencial con tendencia y el modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente. Teniendo como base los datos de la demanda real de los años 2.000 a 2.004 (ver Cuadro 5), y con los parámetros recomendados por los diferentes autores consultados y aplicando el método de prueba y error, se llevó a cabo el pronóstico para el año 2.004, con el objetivo de comparar estos pronósticos con los datos históricos para el mismo año y de esta manera evaluar el modelo que mas se ajuste al comportamiento de la demanda de insumos químicos para el primer trimestre del año 2.005.

**Cuadro 5. Demanda de Insumos químicos – años 2.000 a 2.004**

AÑO	TRIMESTRE	CONSUMO (Kilos)
2000	1	335.101
2000	2	282.288
2000	3	350.371
2000	4	371.174
2001	1	285.244
2001	2	355.023
2001	3	412.725
2001	4	476.013
2002	1	338.356
2002	2	507.075
2002	3	264.230
2002	4	339.385
2003	1	389.945
2003	2	391.790
2003	3	377.950
2003	4	517.470
2004	1	295.858
2004	2	436.602
2004	3	331.123
2004	4	508.919
<b>TOTAL</b>		7.566.642

Fuente. División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

- **Modelo de suavizamiento exponencial con tendencia.**

Este es uno de los modelos que se usan con mayor frecuencia, ya que con poca información a la mano presenta gran precisión para hacer el pronóstico y se adapta muy fácilmente a los posibles cambios en la demanda. Para realizar el pronóstico se tomaron los datos de la demanda real del año 2.004 vistos anteriormente. Como valores iniciales del modelo se tomaron los siguientes datos:

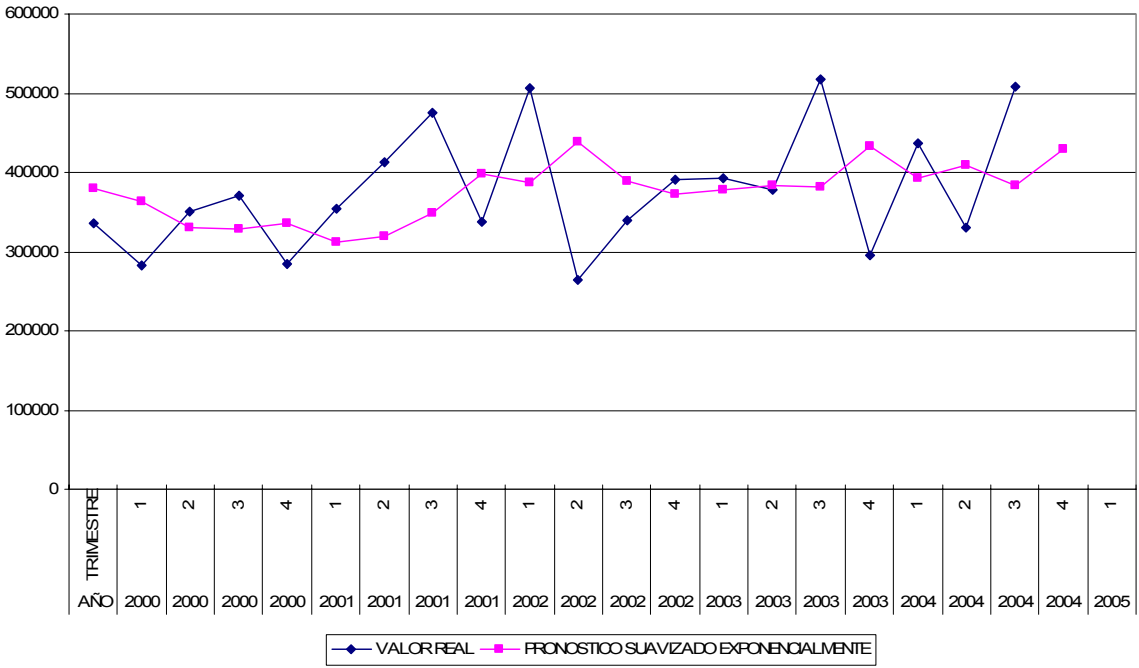
- \*  $T_0 = 10$
- \*  $F_0 = 2004$

Los parámetros iniciales, se tomaron de acuerdo a las recomendaciones de los autores consultados y a métodos de prueba y error, obteniendo finalmente los siguientes:

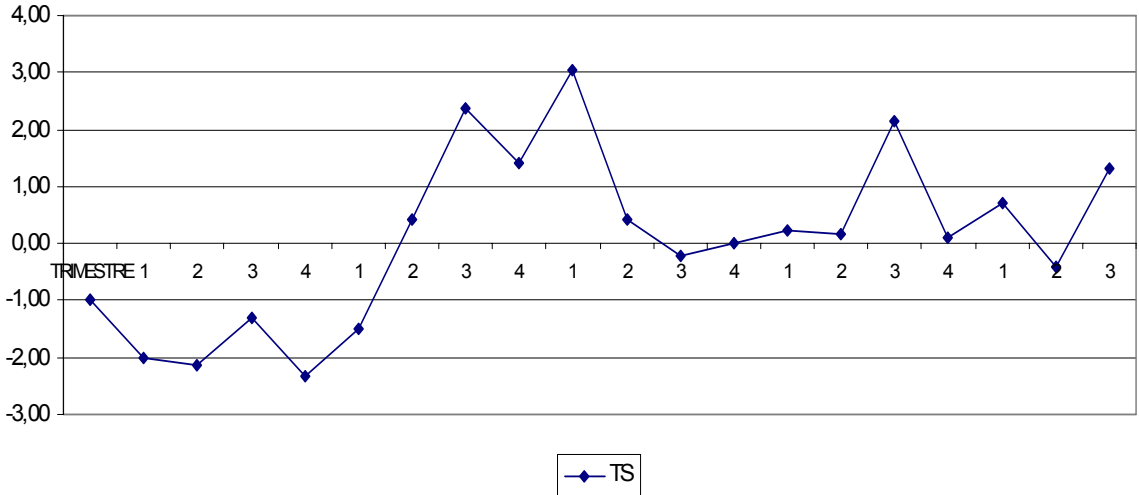
- \*  $\alpha = 0,3$
- \*  $\beta = 0,25$

Así, la formulación del modelo de suavizamiento exponencial con tendencia, aplicando las ecuaciones y los conceptos planteados en el marco teórico, se puede apreciar en el anexo 14. En la figura 16 se puede observar la gráfica del pronóstico para los años 2.000 a 2.004 contra los valores reales para el mismo año; en la figura 17 se encuentra la gráfica de la señal de rastreo para el pronóstico de los años 2.000 a 2.004 con este modelo de pronóstico.

**Figura 16. Comparación del Modelo de suavizamiento exponencial con tendencia contra la demanda 2.004**



**Figura 17. Señal de rastreo modelo de suavizamiento exponencial con tendencia**



A partir de los datos del anexo 15, donde se encuentra la formulación del modelo de suavizamiento exponencial con tendencia, se puede apreciar que este modelo

tiene una MAD, desviación media absoluta, igual a 73.163, lo que indica que en promedio para el año 2.004, el pronóstico está desviado en 73.163 kilos de insumos químicos. En la figura 16 se puede observar que el pronóstico no responde con la velocidad deseada a los cambios de la demanda real de la empresa.

- **Modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente.**

Debido al comportamiento de la demanda de insumos químicos por parte del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. y a la información brindada por los jefes de planta, quienes llevan varios años trabajando en la empresa, se revela el comportamiento estacional que tiene la demanda de insumos químicos, por lo tanto se considera adecuada la prueba de este modelo estacional.

En este modelo se usaron los mismos datos del numeral para el modelo aplicado anteriormente y el siguiente es el supuesto que se tomó como valor inicial para la aplicación de este modelo:

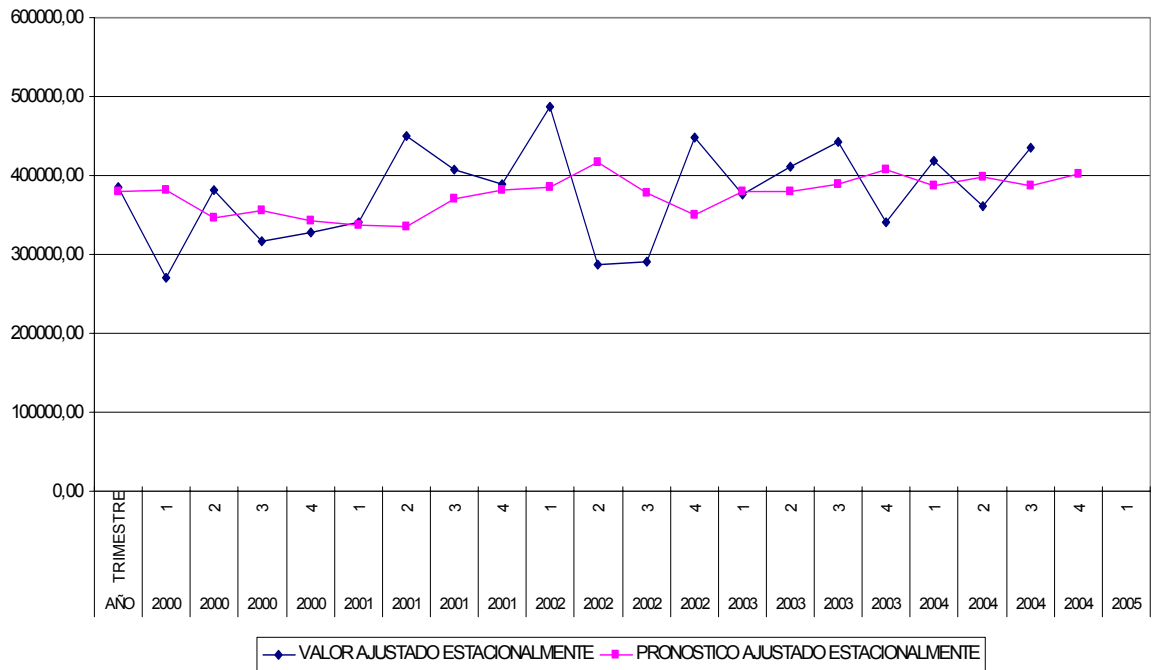
- \*  $F_0 = 380.000$  (promedio de la demanda real de los años 2.000 a 2.004)

Los parámetros para el modelo después de una comprobación por prueba y error son los siguientes:

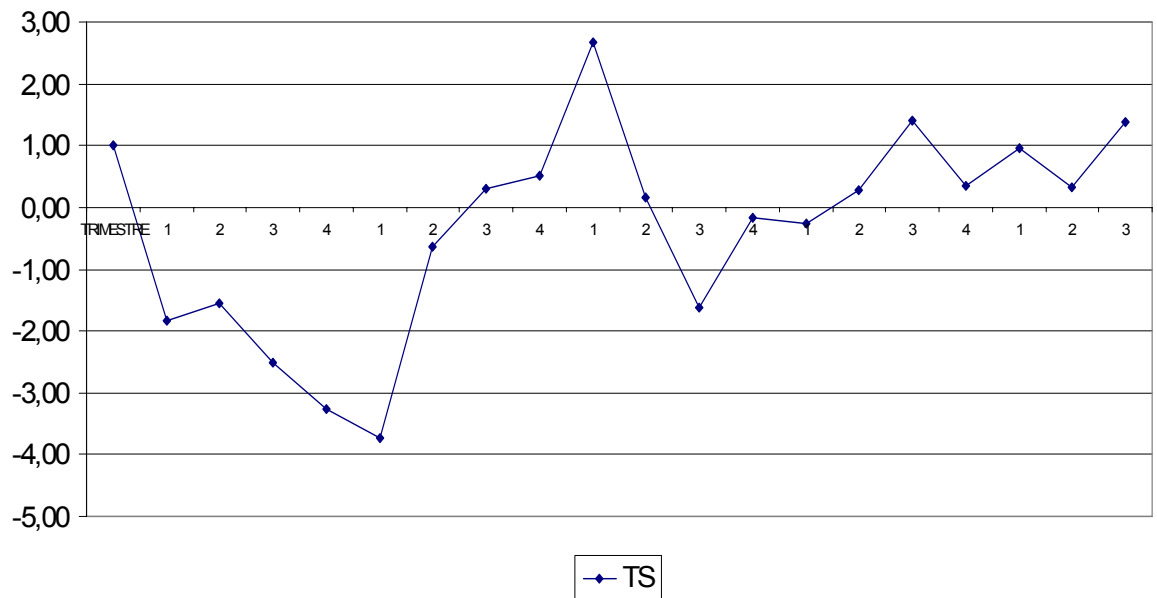
- \*  $\alpha = 0,3$
- \*  $\gamma = 0,05$

Al igual que para el modelo anterior, la formulación del modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente se realizó en concordancia con las ecuaciones y conceptos presentados en el marco teórico. En el Anexo 16 se pueden observar los datos obtenidos después de la aplicación del modelo.

**Figura 18. Comparación del Modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente contra la demanda 2.004**



**Figura 19. Señal de rastreo modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente**



De acuerdo con los datos arrojados por el modelo de suavizamiento exponencial con ajuste estacional, se puede determinar que tiene una MAD (desviación media absoluta) igual a 52.966, lo que indica que en promedio para el año 2.004, el pronóstico está desviado en 52.966 kilos de insumos químicos. En la figura 18 se puede apreciar como el pronóstico sigue mas de cerca los cambios de la demanda, reaccionando con mayor rapidez a los cambios, aunque presenta variaciones, la buena reacción ante los cambios de la demanda es bastante importante debido a que indica que este pronóstico es un buen modelo para predecir el comportamiento del consumo de insumos químicos.

- **Selección del modelo de pronóstico**

Después de realizar la evaluación de los modelos de pronóstico determinados, éstos se compararon para decidir cual sería escogido como el modelo a utilizar para pronosticar la demanda del año 2.005, con el fin de diseñar e implementar el modelo de control de inventarios. Esta comparación se hizo teniendo en cuenta Desviación Media Absoluta (MAD) y la forma en la cual el pronóstico reacciona ante los cambios o variaciones en el consumo. La comparación de los modelos se encuentra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 6. Comparación de los modelos de pronóstico**

<b>MODELO</b>	<b>MAD</b>	<b>REACCIÓN ANTE CAMBIOS O VARIACIONES</b>
Suavizamiento exponencial con tendencia	73.163	Lenta reacción ante los cambios
Suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente	52.966	Rápida reacción ante los cambios, sigue de cerca la demanda.

A partir de esta información se seleccionó el modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente, por el hecho que tiene una desviación media absoluta (MAD) menor ( $52.966 < 73.163$ ) y porque sigue de cerca los cambios de la demanda comparado con el modelo de suavizamiento exponencial con tendencia.

- **Pronóstico del consumo de insumos químicos para el año 2.005 por planta de tratamiento**

Para utilizar el modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente se adoptaron los mismos parámetros usados en la evaluación de los modelos de pronóstico y se tomó la demanda de los años 2.000 a 2.004 discriminados por planta de tratamiento y tipo de insumo químico, con el fin de construir el pronóstico para el primer trimestre del año 2.005, el cual va a ser utilizado en el modelo de control de inventarios aplicado a cada planta de tratamiento.

- **Pronósticos para la Planta de Tratamiento Bosconia.**

A continuación se presentan los valores reales correspondientes a los años 2.000 a 2.004 de consumo de insumos químicos para la planta de tratamiento Bosconia. El consumo de insumos químicos de los años 2.000 a 2.004 es el siguiente:

**Cuadro 7. Consumos de insumos químicos planta Bosconia – años 2.000 a 2.004**

AÑO	TRIMESTRE	CONSUMO SULFATO (Kilos)	CONSUMO POLIMERO (Kilos)	CONSUMO CLORO (Kilos)	CONSUMO CAL (Kilos)
2000	1	46900	0	5020	360
2000	2	58910	0	6468	80
2000	3	116150	0	11550	2600
2000	4	81575	0	5180	2600
2001	1	106800	1456	10400	1800
2001	2	144950	845	11500	3640
2001	3	207575	1095	14700	6920
2001	4	123150	675	7800	4440
2002	1	182525	425	12800	3000
2002	2	91500	440	5600	1775
2002	3	99950	160	9800	1165
2002	4	119400	590	8300	2220
2003	1	197100	1265	13500	3970
2003	2	86850	330	6000	1000
2003	3	122875	285	7700	0
2003	4	117600	520	7200	2650
2004	1	101725	95	10400	475
2004	2	86975	110	8800	400
2004	3	93200	620	11100	400
2004	4	109507	840	6700	650

Fuente. División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Los valores y parámetros iniciales para el desarrollo del modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente son los siguientes:

- \*  $\alpha = 0,3$
- \*  $\gamma = 0,05$
- \*  $F_0$  Sulfato de Aluminio = 127.010
- \*  $F_0$  Cal Apagada = 1.920
- \*  $F_0$  Cloro Líquido = 10.420
- \*  $F_0$  Polímero = 810

Con esta información se procede a realizar el pronóstico del consumo de los insumos químicos para el primer trimestre del año 2.005, a continuación en el cuadro 8 se presenta el ejemplo para el sulfato de aluminio:

**Cuadro 8. Pronóstico de consumo de sulfato de aluminio para el primer trimestre del año 2.005 en la planta de tratamiento Bosconia**

AÑO	TRIMESTRE	VALOR REAL	PRONÓSTICO ACTUAL	ERROR DEL PRONÓSTICO	RSFE	DESVIACIÓN ABSOLUTA	DESVIACIÓN ABSOLUTA ACUMULADA	MAD	TS
2000	1	46900	140566,58	-93666,58	-93666,58	93666,58	93666,58	93667	-1,00
2000	2	58910	82054,07	-23144,07	-116810,65	23144,07	116810,65	58405	-2,00
2000	3	116150	100527,49	15622,51	-101188,14	15622,51	132433,17	44144	-2,29
2000	4	81575	89230,92	-7655,92	-108844,06	7655,92	140089,09	35022	-3,11
2001	1	106800	98378,41	8421,59	-100422,48	8421,59	148510,68	29702	-3,38
2001	2	144950	73332,38	71617,62	-28804,85	71617,62	220128,30	36688	-0,79
2001	3	207575	129091,52	78483,48	49678,63	78483,48	298611,78	42659	1,16
2001	4	123150	132363,03	-9213,03	40465,60	9213,03	307824,81	38478	1,05
2002	1	182525	150120,60	32404,40	72870,00	32404,40	340229,22	37803	1,93
2002	2	91500	119055,12	-27555,12	45314,88	27555,12	367784,34	36778	1,23
2002	3	99950	151811,37	-51861,37	-6546,49	51861,37	419645,71	38150	-0,17
2002	4	119400	117374,14	2025,86	-4520,63	2025,86	421671,56	35139	-0,13
2003	1	197100	135926,33	61173,67	56653,03	61173,67	482845,23	37142	1,53
2003	2	86850	114664,69	-27814,69	28838,34	27814,69	510659,93	36476	0,79
2003	3	122875	145331,53	-22456,53	6381,81	22456,53	533116,46	35541	0,18
2003	4	117600	119438,22	-1838,22	4543,58	1838,22	534954,69	33435	0,14
2004	1	101725	136955,53	-35230,53	-30686,95	35230,53	570185,22	33540	-0,91
2004	2	86975	92979,43	-6004,43	-36691,38	6004,43	576189,65	32011	-1,15
2004	3	93200	123660,62	-30460,62	-67152,00	30460,62	606650,27	31929	-2,10
2004	4	109507	97711,00	11796,00	-55356,00	11796,00	618446,27	30922	-1,79
2005	1		115736,70						

En el momento en que se tengan los datos reales del consumo, se podrá continuar el seguimiento del modelo de pronóstico, con el fin de hacer su evaluación y tener en cuenta los cambios y ajustes necesarios para adaptarlo al comportamiento de

la demanda de la empresa. En el Anexo 16 se pueden apreciar los pronósticos para la cal apagada, el cloro líquido y el polímero.

- Pronósticos para la planta de tratamiento La Flora.

A continuación se presentan los valores reales correspondientes a los años 2.000 a 2.004 de consumo de insumos químicos para la planta de tratamiento La Flora.

El consumo de insumos químicos de los años 2.000 a 2.004 es la siguiente:

**Cuadro 9. Consumos de insumos químicos planta La Flora – años 2.000 a 2.004**

AÑO	TRIMESTRE	CONSUMO SULFATO (Kilos)	CONSUMO POLIMERO (Kilos)	CONSUMO CLORO (Kilos)	CONSUMO CAL (Kilos)
2000	1	85150	440	13500	85150
2000	2	59775	220	12600	59775
2000	3	60075	420	13500	60075
2000	4	94800	901	15300	94800
2001	1	30700	308	13500	30700
2001	2	39600	1644	11700	39600
2001	3	55000	340	10800	55000
2001	4	147425	3750	9000	147425
2002	1	40750	646	9000	40750
2002	2	163200	4520	12600	163200
2002	3	29725	230	9000	29725
2002	4	59500	540	13500	59500
2003	1	50900	640	12600	50900
2003	2	94025	2170	14400	94025
2003	3	78350	1295	13500	78350
2003	4	174675	2565	11700	174675
2004	1	48175	510	12600	48175
2004	2	118475	1530	13500	118475
2004	3	60475	580	11700	60475
2004	4	146425	2650	13500	146425

Fuente. División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Los valores y parámetros iniciales para el desarrollo del modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente son los siguientes:

- \*  $\alpha = 0,3$
- \*  $\gamma = 0,05$
- \*  $F_0$  Sulfato de Aluminio = 51.135

- \* F<sub>0</sub> Cal Apagada = 4600
- \* F<sub>0</sub> Cloro Líquido = 12.240
- \* F<sub>0</sub> Polímero = 510

En el Anexo 16 aparecen los pronósticos de consumo para el sulfato de aluminio, la cal apagada, el cloro líquido y el polímero en la planta de tratamiento La Flora.

- Pronósticos para la planta de tratamiento Morrórico.

A continuación se presentan los valores reales correspondientes a los años 2.000 a 2.004 de consumo de insumos químicos para la planta de tratamiento Morrórico.

El consumo de insumos químicos de los años 2.000 a 2.004 es la siguiente:

**Cuadro 10. Consumos de insumos químicos planta Morrórico – años 2.000 a 2.004**

AÑO	TRIMESTRE	CONSUMO SULFATO (Kilos)	CONSUMO POLÍMERO (Kilos)	CONSUMO CLORO (Kilos)	CONSUMO CAL (Kilos)
2000	1	39000	330	4500	7080
2000	2	22350	165	5400	3480
2000	3	15000	275	3600	1560
2000	4	39675	605	5400	1920
2001	1	5950	10	2700	560
2001	2	11300	84	3600	1320
2001	3	6950	55	0	320
2001	4	39950	658	4500	8680
2002	1	9625	150	900	500
2002	2	76050	990	8100	250
2002	3	12125	50	4500	0
2002	4	28625	170	3600	2595
2003	1	15875	220	900	130
2003	2	44400	980	8100	2890
2003	3	20775	590	5450	150
2003	4	49350	1530	5540	650
2004	1	9625	423	4500	120
2004	2	52225	2237	7660	3150
2004	3	25425	365	4700	1675
2004	4	71200	4215	9000	3200

Fuente. División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Los valores y parámetros iniciales para el desarrollo del modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente son los siguientes:

- \*  $\alpha = 0,3$
- \*  $\gamma = 0,05$
- \*  $F_0$  Sulfato de Aluminio = 16.015
- \*  $F_0$  Cal Apagada = 1.678
- \*  $F_0$  Cloro Líquido = 2.700
- \*  $F_0$  Polímero = 227

En el Anexo 16 se puede observar los pronósticos de consumo para el sulfato de aluminio, la cal apagada, el cloro líquido y el polímero en la planta de tratamiento Morrórico.

- Pronósticos para la planta de tratamiento Floridablanca.

A continuación se presentan los valores reales correspondientes a los años 2.000 a 2.004 de consumo de insumos químicos para la planta de tratamiento Floridablanca. El consumo de insumos químicos de los años 2.000 a 2.004 es la siguiente:

**Cuadro 11. Consumos de insumos químicos planta Floridablanca – años 2.000 a 2.004**

AÑO	TRIMESTRE	CONSUMO SULFATO (Kilos)	CONSUMO POLIMERO (Kilos)	CONSUMO CLORO (Kilos)	CONSUMO CAL (Kilos)
2000	1	76350	0	5651	37720
2000	2	83350	0	5430	36545
2000	3	74500	0	6640	37640
2000	4	79650	0	6030	27120
2001	1	76800	70	5970	26520
2001	2	83450	170	5800	33120
2001	3	79200	70	5040	23360
2001	4	87250	125	4330	28080
2002	1	56050	15	5850	14120
2002	2	97950	120	5560	26820
2002	3	76175	90	5190	16070

Fuente. División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

**Cont. Cuadro 11**

AÑO	TRIMESTRE	CONSUMO SULFATO (Kilos)	CONSUMO POLIMERO (Kilos)	CONSUMO CLORO (Kilos)	CONSUMO CAL (Kilos)
2002	4	74150	250	5630	13750
2003	1	69100	330	5820	14125
2003	2	92700	580	5940	24500
2003	3	92975	530	5620	22025
2003	4	91375	365	5680	26850
2004	1	74625	135	5700	22475
2004	2	92825	140	6110	24975
2004	3	86075	111	6212	22325
2004	4	91650	129	6628	26100

Fuente. División de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Los valores y parámetros iniciales para el desarrollo del modelo de suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente son los siguientes:

- \*  $\alpha = 0,3$
- \*  $\gamma = 0,05$
- \*  $F_0$  Sulfato de Aluminio = 70.600
- \*  $F_0$  Cal Apagada = 23.000
- \*  $F_0$  Cloro Líquido = 5.800
- \*  $F_0$  Polímero = 138

En el Anexo 16 se presentan los pronósticos de consumo para el sulfato de aluminio, la cal apagada, el cloro líquido y el polímero en la planta de tratamiento Floridablanca.

### **5.2.5 Diseño del modelo de Control de Inventarios**

Según Chase<sup>39</sup>, el propósito de clasificar los artículos por grupos (ABC) es establecer el grado de control sobre cada uno; de esta forma los artículos tipo A deben tener un control riguroso y continuo por el valor económico que representan para la empresa, y por ende deben estar monitoreados constantemente; los artículos tipo B no necesitan un control tan estricto y con un sistema de revisión

---

<sup>39</sup> CHASE, Op. Cit., p. 607

periódica estarían bien monitoreados; y como expone Russell y Taylor: “Puede no ser necesario controlar los artículos tipo C, mas allá de la simple observación”<sup>40</sup>.

De acuerdo con las características de los artículos tipo A y B, las cuales representan un alto valor económico para la empresa y son críticas para el proceso de tratamiento del agua, se determinó diseñar e implementar un modelo de cantidad fija del pedido, como es el modelo de punto de reorden con demanda incierta. Por la poca relevancia de los productos clasificados como tipo C dentro de los costos del inventario, se decidió continuar su control con el manejo tradicional que se ha tenido hasta el momento.

Teniendo en cuenta las recomendaciones de Ballou<sup>41</sup>: cuando el inventario es consumido al punto donde este nivel es igual o menor a una cantidad especificada llamada punto de reorden, una orden de cantidad económica Q es puesta en el recurso de abastecimiento para reemplazar el inventario. Por lo tanto, es necesario determinar los dos factores más importantes que permiten administrar el nivel del inventario del modelo propuesto:

- \* Tamaño de lote económico  $Q^*$ (EOQ).
- \* Punto de reorden (ROP).

Además de las variables que se han determinado con anterioridad, como es el caso del pronóstico de la demanda, el precio de compra por unidad (ver Anexo 17) y la desviación estándar de los errores del pronóstico para cada una de las referencias analizadas (ver Anexo 18) es necesario determinar otras variables igual de importantes como:

- \* El costo del lanzamiento de una orden de abastecimiento.

---

<sup>40</sup> RUSSELL, Roberta S. y TAYLOR, Bernard W. Operations Management. Tercera Edición. Estados Unidos: Prentice Hall, 2.000, p. 595

<sup>41</sup> BALLOU, Op. Cit., p. 328

- \* El costo promedio del inventario.
- \* El tiempo de abastecimiento.
- \* El nivel de servicio esperado por unidad.

- **Costo de lanzamiento de una orden de abastecimiento**

Los principales aspectos del costo que se tienen en cuenta para determinar el costo del lanzamiento de cualquiera de las órdenes de abastecimiento son los relacionados con la elaboración, el procesamiento, el manejo y el seguimiento de las órdenes de compra que se generen. Cuando nos referimos a una orden de abastecimiento pueden presentarse tres situaciones diferentes, como son:

- \* Lanzamiento de una solicitud de despacho parcial al proveedor contratado.
- \* Lanzamiento de una orden de compra.
- \* Lanzamiento de una orden de contratación.

Para calcular el costo de una orden de abastecimiento tenemos en cuenta:

- \* Costo del tiempo empleado por las personas responsables.
- \* Costo de la papelería utilizada.
- \* Costo de las llamadas telefónicas realizadas (incluyendo el envío de fax)
- \* Costo del servicio de correspondencia.

Los demás costos indirectos en los que se incurre cuando se lanza una orden de abastecimiento, como lo es el caso del costo de transportar la orden entre los responsables internos de la empresa y los costos de manipular la mercancía en el punto donde se reciben, entre otros, no se tuvieron en cuenta por el hecho de no representar importancia dentro del proceso.

El cálculo para determinar dichos costos es el siguiente:

- Costo del tiempo empleado por las personas responsables. Los principales responsables de la administración y procesamiento de las órdenes de abastecimiento son: el operador de planta de tratamiento, quien permanentemente revisa el inventario de insumos químicos de la planta, el jefe de planta de tratamiento quien informa al jefe de la división de tratamiento de las necesidades de su sección; el gerente de operaciones es el responsable de todo el proceso y es obligatorio contar con su aprobación a la hora de solicitar un abastecimiento.

Una vez ha sido aprobado al interior de la gerencia de operaciones, dependiendo de las características del abastecimiento, la solicitud pasa a la gerencia administrativa donde intervienen el jefe de la división de suministros y apoyo logístico y la jefe de la sección almacén general. Si la orden de abastecimiento requiere una solicitud de contratación, entonces intervienen también la secretaría general, la división de contratación y el gerente general quien da la aprobación final a los contratos.

Los sueldos del jefe de planta de tratamiento, del operador de planta de tratamiento, de los auxiliares administrativos y del jefe de sección almacén general se deben multiplicar por el factor prestacional, el cual según se tiene establecido contablemente en la compañía equivale aproximadamente al 59% del salario.

Dado que la jornada laboral nunca es extendida mas allá de lo establecido y que se trabaja dentro del rango de las 6:00 a.m. y las 10:00 p.m., no se generan cargos por horas extras ni recargos nocturnos. Los sueldos de los gerentes de área y jefes de división son integrales, es decir no tienen factor prestacional. Así pues, el salario mensual total de cada uno de los responsables es el siguiente:

**Cuadro 12. Sueldos de los funcionarios que intervienen en las órdenes de abastecimiento.**

Cargo	Sueldo Básico	Factor Prestacional	Sueldo Total
Jefe de Planta	\$ 1.917.719	59%	\$ 3.049.173
Operador de Planta	\$ 1.850.375	59%	\$ 2.942.096
Auxiliar administrativo	\$ 947.567	59%	\$ 1.506.631
Gerente de Operaciones	\$ 9.522.041	0%	\$ 9.522.041
Jefe de Sección Almacén General	\$ 1.917.719	59%	\$ 3.049.173
Jefe de División Suministros y Apoyo Logístico	\$ 5.537.143	0%	\$ 5.537.143
Jefe de División Contratación	\$ 5.537.143	0%	\$ 5.537.143
Jefe de División Tratamiento	\$ 5.537.143	0%	\$ 5.537.143
Gerente General	\$ 16.522.041	0%	\$ 16.522.041

Fuente. División de Recursos Humanos del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Para efectos de cálculos posteriores, es necesario determinar el valor del minuto trabajado por cada uno de los anteriores funcionarios. Dicho costo se obtiene calculando el máximo de minutos que una persona puede laborar dentro del horario normal (el equivalente a 8,5 horas diarias, 22 días al mes) y encontrando su equivalente en dinero del sueldo mensual de la siguiente forma:

$$\text{TIEMPO LABORADO EN UN MES} = 22 \frac{\text{DIAS}}{\text{MES}} * 8,5 \frac{\text{HORAS}}{\text{DIA}} * 60 \frac{\text{MIN}}{\text{HORA}}$$

$$\text{TIEMPO LABORADO EN UN MES} = 11.220 \frac{\text{MIN}}{\text{MES}}$$

Entonces, el valor del (minuto / hombre), se obtiene dividiendo el valor del sueldo mensual total, entre el tiempo laborado en un mes.

$$\text{VALOR MINUTO LABORADO} = \frac{\text{SUELDO MENSUAL TOTAL}}{\text{TIEMPO LABORADO EN UN MES}}$$

Por lo tanto el costo que se le genera a la empresa de un minuto laborado por los responsables del lanzamiento y procesamiento de las órdenes de abastecimiento es:

**Cuadro 13. Costo minuto de los funcionarios que intervienen en las órdenes de abastecimiento**

<b>Cargo</b>	<b>Sueldo Total</b>	<b>Minutos Laborados</b>	<b>Costo Minuto</b>
Jefe de Planta	\$ 3.049.173	11.220	\$ 271,76
Operador de Planta	\$ 2.942.096	11.220	\$ 262,21
Auxiliar Administrativo	\$ 1.506.631	11.220	\$ 134,28
Gerente de Operaciones	\$ 9.522.041	11.220	\$ 848,67
Jefe de Sección Almacén General	\$ 3.049.173	11.220	\$ 271,76
Jefe de División Suministros y Apoyo Logístico	\$ 5.537.143	11.220	\$ 493,51
Jefe de División Contratación	\$ 5.537.143	11.220	\$ 493,51
Jefe de División Tratamiento	\$ 5.537.143	11.220	\$ 493,51
Gerente General	\$ 16.522.041	11.220	\$ 1.472,55

- Costo de la papelería utilizada. La papelería que se emplea para el lanzamiento de las órdenes de abastecimiento insumos químicos y suministros, consiste básicamente en las cajas de formas continuas y talonarios que se mandan a fabricar.

Algunos artículos adicionales como la tinta de las impresoras, el papel carbón usado y los ganchos de cosedora, entre otros, no fueron tenidos en cuenta ya que sus costos son imperceptibles y además porque con estos se realizan otras actividades muy variadas que impiden determinar los costos que se pueden cargar a cada una de las órdenes.

La papelería utilizada es: formato Pedido (ver Anexo 1), formato Solicitud de Cotización (ver Anexo 2), formato Matriz Comparativa (ver anexo 3), formato Orden de Compra (ver Anexo 4) y diferentes memorandos adjuntos para formalizar la entrega de los documentos.

Entiéndase el formato como el original y las copias que este lleva. Finalmente se tiene que el valor de cada formato es el siguiente:

**Cuadro 14. Costo de papelería para aprovisionamiento**

<b>Papelería</b>	<b>Valor Formato</b>
Formato pedido	\$ 70,00
Formato Solicitud de Cotización	\$ 70,00
Formato Matriz Comparativa	\$ 70,00
Formato Orden de Compra	\$ 270,00

Fuente. División de Suministros y Apoyo Logístico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

- Costo de las llamadas telefónicas realizadas. Dado que la mayoría de los proveedores de insumos químicos y suministros se encuentran ubicados en Bucaramanga, Bogotá y Medellín, se decidió generalizar el costo del minuto empleado en las llamadas de cotización y envío de la orden de compra, con base en el promedio del valor de la tarifa del minuto de una llamada desde Bucaramanga hacia Medellín y Bogotá. Para este caso y aplicando el plan de descuento que tiene la empresa con uno de los operadores telefónicos nacionales, el valor del minuto es de aproximadamente ciento setenta pesos (\$170) con el IVA incluido.

- **Costo de lanzar una solicitud de despacho parcial al proveedor contratado**

Para el lanzamiento de una solicitud de despacho parcial al proveedor contratado es necesario tener en cuenta: el costo del tiempo empleado por los responsables de la solicitud, el costo de la papelería utilizada y el costo de las llamadas telefónicas realizadas al proveedor.

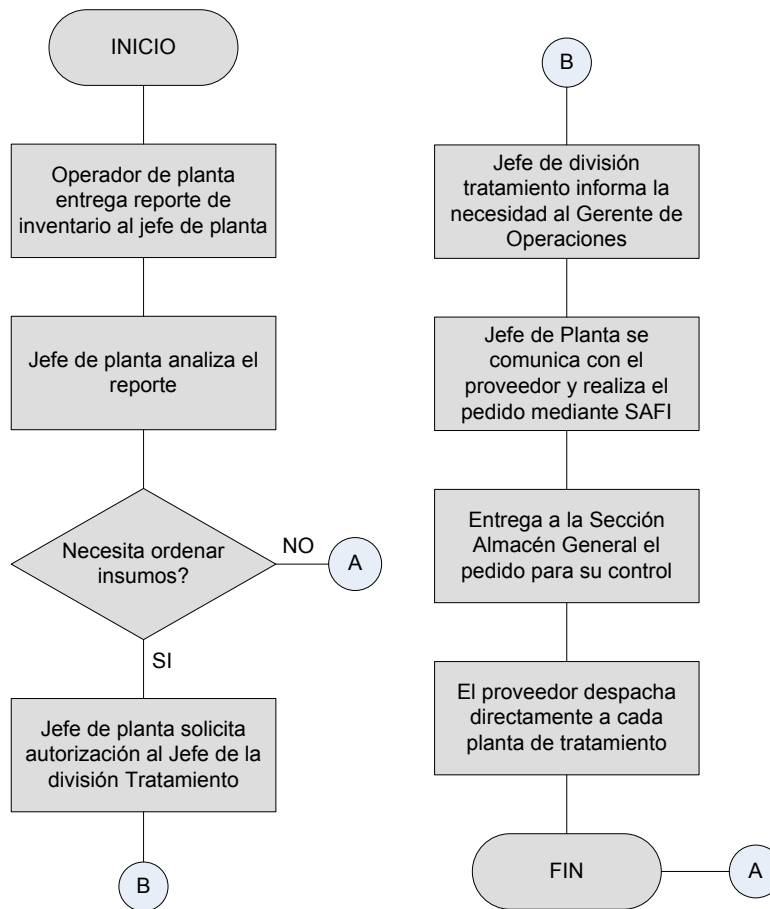
Una solicitud de despacho parcial se genera cuando el operador de planta de tratamiento luego de revisar el inventario de insumos químicos de la planta, para lo cual se determinó un tiempo estimado de 20 minutos, informa al jefe de planta de tratamiento las existencias de los mismos, si el jefe considera que debe solicitar mas insumos, informa al jefe de la división de tratamiento la necesidad y la cantidad que el recomienda solicitar, el jefe de la división informa al gerente de operaciones quien da aprobación a la solicitud, para esta actividad se determinó un tiempo promedio de 15 minutos para cada uno de los que intervienen.

Posteriormente, el jefe de planta de tratamiento se comunica con el proveedor del insumo para informarles de la solicitud de despacho, especificando las cantidades a despachar y la planta de tratamiento a la cual deben ser enviadas, para lo cual debe realizar una llamada de larga distancia nacional con una duración aproximada de 10 minutos. Luego genera el pedido mediante el SAFI, lo imprime y lo firma como solicitante y pide al jefe de tratamiento su firma de aprobación, para posteriormente llevarlo a la sección de almacén general, esta actividad tiene una duración promedio de 25 minutos; el jefe de la sección almacén recibe el pedido y lo revisa en un lapso promedio de 5 minutos y lo entrega al auxiliar administrativo para que este registre el pedido y lo archive, para esta actividad se estableció un tiempo promedio de 10 minutos.

Posteriormente se confronta el pedido con el informe mensual de movimiento de insumos químicos para tratamiento, donde se reflejan las entradas de insumos a las respectivas plantas de tratamiento y realizar las respectivas descargas a los contratos de suministro con el proveedor correspondiente. Mientras tanto cada proveedor envía directamente a cada planta de tratamiento los insumos químicos solicitados, donde son recibidos por el operador de planta y su respectivo ayudante, quienes son los encargados de inspeccionar las condiciones de transporte y empaque del producto; finalmente los acomodan en las bodegas de cada planta y quedan disponibles para el consumo, esta actividad tiene una duración aproximada de 50 minutos.

La papelería que se emplea consiste en un par de hojas (original y copia) del formato pedido. La duración promedio de la llamada de larga distancia nacional es de 10 minutos. En la Figura 20 se puede observar el diagrama de flujo de una solicitud de entrega parcial.

**Figura 20. Diagrama de flujo del lanzamiento de una solicitud de despacho parcial al proveedor contratado**



Consecuentemente, el costo total del lanzamiento de una solicitud de entrega parcial es igual a la suma del costo individual de los recursos empleados, así:

**Cuadro 15. Costo del lanzamiento de una solicitud de despacho parcial al proveedor contratado**

<b>Recurso</b>	<b>Cantidad del Recurso Usado</b>	<b>Costo del Recurso</b>	<b>Costo Total</b>
Formato pedido	1	\$ 70,00	\$ 70,00
Llamada larga distancia nacional	10	\$ 170,00	\$ 1700,00
Tiempo del operador de planta de tratamiento	70	\$ 262,21	\$ 18.354,70
Tiempo del jefe de planta de tratamiento	50	\$ 217,76	\$ 13.588,00
Tiempo del jefe de la división de tratamiento	15	\$ 493,51	\$ 7.402,65
Tiempo del gerente de operaciones	15	\$ 848,67	\$ 12.730,05
Tiempo del jefe de la sección almacén general	5	\$ 271,76	\$ 1.358,80
Tiempo del auxiliar administrativo de la sección almacén general	10	\$ 134,28	\$ 1342,80
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 56.547,00</b>

Por lo tanto, el costo de la elaboración, procesamiento, manejo y seguimiento de una solicitud de despacho parcial al proveedor contratado es \$ 56.547,00 pesos.

- **Costo de lanzamiento de una orden de compra**

Para el lanzamiento de una orden de compra, se deben tener en cuenta los tres factores mencionados anteriormente: el costo del tiempo empleado por los responsables de la orden, el costo de la papelería utilizada y el costo de las llamadas telefónicas realizadas.

Una orden de compra se genera cuando el operador de planta de tratamiento informa al jefe de planta, la necesidad de adquirir algún suministro para la operación de la misma, entonces el jefe de planta se comunica con la jefe de la división tratamiento y le expone la necesidad con el fin de obtener la autorización correspondiente. Se estimó un tiempo promedio de 10 minutos para esta actividad.

Una vez cuenta con la autorización, el jefe de planta ingresa al módulo SAFI del sistema y genera el pedido, lo imprime (original y copia), solicita la firma de aprobación del jefe de la división tratamiento, redacta y anexa un memorando dirigido al jefe de la división de suministros y apoyo logístico, describiendo la necesidad y las características del bien a comprar. Entrega el pedido y el memorando al jefe de la división suministros y apoyo logístico. Para esta actividad se determinó un tiempo promedio de 30 minutos.

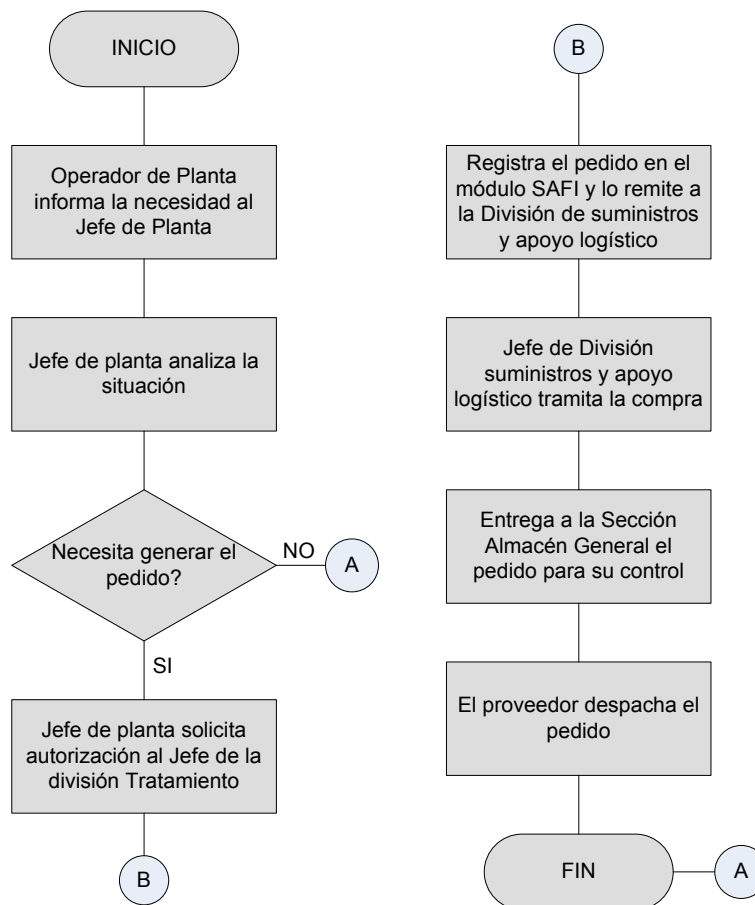
El jefe de la división de suministros y apoyo logístico recibe el pedido junto con las especificaciones y le indica a la auxiliar administrativa que diligencie 3 formatos de solicitud de cotización y los envíe mediante fax a 3 proveedores diferentes que se encuentren registrados en el listado de proveedores potenciales, el tiempo que demora en enviarse cada fax es de aproximadamente 3 minutos. Esto demora 40 minutos aproximadamente ya que el listado es muy extenso, se encuentra impreso y no permite discriminación por objeto social del proveedor, razón por la cual el auxiliar administrativo debe hacer un barrido visual a todo el listado con el fin de encontrar los proveedores pueden cumplir con los requisitos del pedido.

Una vez se han recibido las cotizaciones, el auxiliar administrativo realiza la matriz comparativa, donde se consignan los aspectos mas relevantes de cada oferta recibida y se la presenta al jefe de la división de suministros y apoyo logístico, quien resalta la oferta mas conveniente en el aspecto económico, luego el jefe de la división envía la matriz comparativa al jefe de planta que solicitó la compra y le pide concepto técnico que éste determine si todas las ofertas cumplen con las especificaciones y escoja la más adecuada, lo cual notifica mediante memorando. Esta actividad en promedio toma 20 minutos para el jefe de la división de suministros y apoyo logístico, 15 minutos para el auxiliar administrativo y 15 minutos para el jefe de planta.

Ya seleccionado el proveedor el jefe de la división de suministros y apoyo logístico se encarga de tramitar la orden de compra, realiza una llamada telefónica al proveedor con una duración promedio de 5 minutos y le envía la orden para que realice el despacho del producto solicitado. Se estimó un tiempo promedio de 50 minutos para esta actividad.

La papelería que se utiliza, es un par de hojas (original y copia) del formato pedido, tres formatos de solicitud de cotización, un formato matriz comparativa y un formato de orden de compra. La duración de las llamadas de larga distancia nacional realizadas es de aproximadamente 14 minutos. En la Figura 21 se aprecia el diagrama de flujo del lanzamiento de una orden de compra.

**Figura 21. Diagrama de flujo del lanzamiento de una orden de compra**



De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el costo total del lanzamiento de una orden de contratación equivale a sumar el costo individual de los recursos empleados, así:

**Cuadro 16. Costo del lanzamiento de una orden de compra**

Recurso	Cantidad del Recurso Usado	Costo del Recurso	Costo Total
Formato pedido	2	\$ 70,00	\$ 140,00
Formato solicitud de cotización	3	\$ 70,00	\$ 210,00
Formato matriz comparativa	1	\$ 70,00	\$ 70,00
Formato orden de compra	1	\$ 270,00	\$ 270,00
Llamada larga distancia nacional	14	\$ 170,00	\$ 2.380,00
Tiempo del jefe de planta de tratamiento	55	\$ 217,76	\$ 14.946,80
Tiempo del jefe de la división de suministros y apoyo logístico	70	\$ 493,51	\$ 34.545,70
Tiempo del auxiliar administrativo de la división de suministros y apoyo logístico	55	\$ 134,28	\$ 7.385,00
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 59.947,90</b>

- **Costo del lanzamiento de una orden de contratación**

Para el lanzamiento de una orden de contratación, se deben tener en cuenta dos de los factores mencionados anteriormente: el costo del tiempo empleado por los responsables de la orden y el costo de las llamadas telefónicas realizadas.

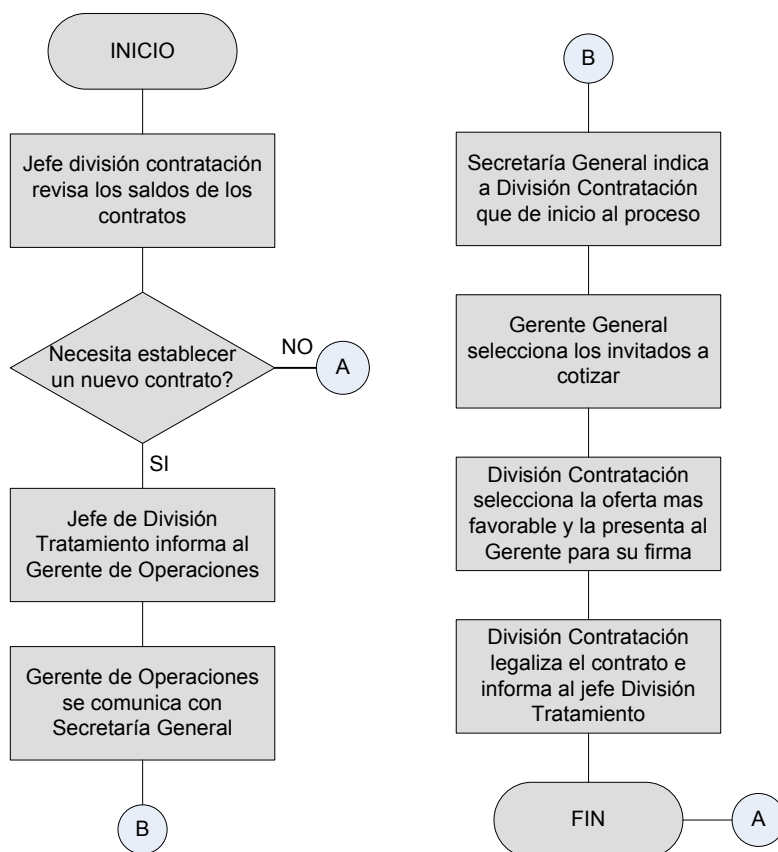
El jefe de la división tratamiento permanentemente está revisando los saldos pendientes por despachar de los contratos con los diferentes proveedores de los insumos químicos, cuando observa que las cantidades pendientes por ser despachadas por el proveedor están en un nivel bajo para abastecer las plantas de tratamiento, inmediatamente le avisa al jefe de la división de contratación para que éste dé inicio al proceso de licitación por el contrato de suministro de insumos químicos, el proceso de contratación de proveedores de insumos químicos inicia

cuando el jefe de la división de tratamiento informa al gerente de operaciones de la necesidad de efectuar un nuevo contrato de suministro, entonces éste realiza la solicitud a secretaría general para que de inicio al proceso de licitación, de lo cual se encarga la división de contratación la cual invita a los proveedores potenciales a que se presenten a licitar y presentan el listado de los proveedores al gerente para que este defina los posibles oferentes que serán invitados a cotizar.

Una vez elaborados los pliegos de condiciones, comienza la venta de los mismos y una vez terminado el plazo para la venta de pliegos de condiciones, se realiza la apertura de la urna donde los proveedores depositan los pliegos y elaboran una matriz comparativa donde se evalúan la propuestas y con el visto bueno del gerente se elige la mas favorable, notifican al proveedor favorecido y a los demás que no fueron escogidos, solicita a la coordinación de costos y presupuesto que asigne la reserva presupuestal, una vez ha sido asignada, elabora el contrato y lo remite a la secretaría general para su revisión, una vez revisado, la división de contratación se encarga de legalizar el contrato y designa el interventor del mismo, que en el caso de los insumos químicos es el jefe de la división tratamiento, quien se encarga de supervisar las entregas parciales y controlar el consumo de los productos solicitados. Las actividades del proceso de contratación de proveedores de insumos químicos se describen detalladamente en el procedimiento Contratación para solicitud privada de ofertas del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P..

El tiempo estimado que emplea el jefe de la división tratamiento es de 30 minutos; el tiempo que emplea el jefe de la división de contratación es de 210 minutos; el tiempo empleado por el gerente de operaciones es de aproximadamente 20 minutos; el gerente general emplea aproximadamente 30 minutos de su tiempo a revisar los invitados a cotizar. La duración de las llamadas de larga distancia nacional es de aproximadamente 40 minutos. A continuación en la Figura 22 se aprecia el diagrama de flujo del lanzamiento de una orden de contratación.

**Figura 22. Diagrama de flujo del lanzamiento de una orden de contratación**



De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el costo total del lanzamiento de una orden de contratación equivale a sumar el costo individual de los recursos empleados, así:

**Cuadro 17. Costo del lanzamiento de una orden de contratación**

Recurso	Cantidad del Recurso Usado	Costo del Recurso	Costo Total
Llamada larga distancia nacional	40	\$ 170,00	\$ 6.800,00
Tiempo del gerente general	30	\$ 1472,55	\$ 44.176,00
Tiempo del gerente de operaciones	20	\$ 848,67	\$ 16.973,40
Tiempo del jefe de la división de tratamiento	30	\$ 493,51	\$ 14.085,00
Tiempo del jefe de la división contratación	210	\$ 493,51	\$ 103.637,10
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 186.392,30</b>

Por lo tanto, el costo de la elaboración, procesamiento, manejo y envío de una orden de contratación es \$ 186.392,30 pesos.

- **Costo de mantener el inventario**

Debido a la gran importancia del proceso de tratamiento del agua, se debe tener en cuenta que éste no se puede detener en ningún momento por la ausencia de insumos químicos para aplicarle al agua, ya que esto implicaría la suspensión del suministro de agua potable a la población de Bucaramanga, Floridablanca y Girón; por esta razón se hace imperativo tener unos niveles óptimos de insumos químicos almacenados.

Dado que este inventario genera un costo para la empresa debido a la posibilidad del deterioro en el sitio de almacenamiento, se debe determinar un costo que relacione la forma como se afectan a los productos durante el tiempo que se encuentren almacenados.

De acuerdo con Ballou<sup>42</sup> tener inventarios a la mano puede costar entre 20 y 40 por ciento de su valor por año.

Analizando detenidamente las condiciones de almacenamiento de los insumos químicos en la empresa, se llegó a las siguientes conclusiones:

- \* El almacenamiento se hace directamente en cada planta de tratamiento y no es necesario contratar bodegas temporales para guardar la mercancía.
- \* Las condiciones ambientales de las bodegas son adecuadas, y no se presentan problemas de temperaturas extremas (altas o bajas), ni de humedad.

---

<sup>42</sup> BALLOU, Op. Cit., p. 308

- \* La probabilidad de que la mercancía sea afectada por una tormenta o que sea consumida por un incendio es muy baja.
- \* Los insumos químicos requieren condiciones especiales de ubicación espacial al momento de almacenarlos.
- \* La capacidad de las bodegas de almacenamiento es la adecuada, teniendo en cuenta que los insumos químicos ocupan un gran espacio.

Teniendo en cuenta estas observaciones, se decidió establecer el costo promedio del inventario anual como el 20% del costo total de las unidades almacenadas.

- **Tiempo de abastecimiento**

El tiempo de almacenamiento, mas conocido como “Lead Time” (LT), lo define Ballou<sup>43</sup> como: el lapso de tiempo entre el momento en que la orden fue puesta y cuando los productos están disponibles en inventario.

Este tiempo está ligado a muchos factores, los cuales varían según el proveedor externo, entonces podemos definir el Lead Time como el tiempo que se demora el proveedor en entregar la mercancía en el punto acordado. Se deben tener en cuenta los siguientes procesos: control de calidad y verificación del cumplimiento de especificaciones (muestreo aleatorio), revisión de la documentación, verificación de las cantidades, estado de la mercancía, condiciones de transporte, manipulación y almacenamiento, entre otros; ya que estas actividades consumen tiempo y son indispensables antes de realizar la aceptación de los productos.

---

<sup>43</sup> BALLOU, Op. Cit., p. 325

De acuerdo con el decreto 475 del año 1.998 de la república de Colombia, ningún producto puede ser utilizado en el proceso de tratamiento del agua sin haber pasado por estas actividades. Teniendo presente esta exigencia, el autor diseñó la Guía de manejo de insumos químicos G TR 705-001, en la cual están consignadas las especificaciones técnicas de los insumos químicos, las especificaciones de empaque, las condiciones de transporte, las técnicas de muestreo para verificar la calidad del producto y la documentación que el transportador debe presentar como soporte; todo esto basado en las Normas Técnicas Colombianas de cada uno de los insumos químicos empleados; igualmente se consultó a cada uno de los proveedores acerca de las condiciones adecuadas de almacenamiento, toda la información proporcionada por estos fue de gran ayuda para generar una Guía de manejo de bodegas de insumos, donde se explica claramente la manera de manipular los insumos químicos y cómo deben ubicarse al interior de cada bodega.

Aún cuando el tiempo de abastecimiento depende de los factores anteriormente descritos, los cuales generan cierta aleatoriedad, se optó por acudir a la experiencia de los jefes de planta y el jefe de la sección almacén general, quienes llevan mas de cinco años ejerciendo sus respectivos cargos, con ellos se concertó un tiempo estimado de abastecimiento para los diferentes insumos analizados (ver Anexo 19).

Teniendo en cuenta que las relaciones con los proveedores son buenas, debido al poder de compra de la empresa (siendo el acueducto que exclusivamente suministra agua potable a los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Girón, una de las principales concentraciones urbanas de Colombia) y al tiempo que se lleva entablando relaciones comerciales con los mismos proveedores, se pueden establecer unos tiempos de abastecimiento muy estables para cada producto, con una aleatoriedad muy reducida. Prácticamente las fechas de recepción las plantea la empresa y el proveedor debe acogerse rigurosamente a ellas.

- **Nivel de servicio al cliente por unidad**

El nivel de servicio se refiere al número de unidades demandadas que pueden suministrarse de las existencias actualmente disponibles.<sup>44</sup>

Esta definición de servicio al cliente, se aplica al proceso de tratamiento de agua, como la capacidad que tienen las bodegas de las plantas de tratamiento, de administrar el inventario de manera tal que cuando un insumo sea solicitado, se pueda contar con él en el momento adecuado y con las cantidades necesarias.

En el caso del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. ESP., este cumplimiento debe ser superior al 90% en términos de fechas establecidas y cantidades, pues debemos tener en cuenta que el proceso de potabilización de agua no debe detenerse en ningún momento, teniendo presente la importancia de los insumos químicos dentro de este proceso, ya que con la aplicación de éstos se lleva a cabo la remoción de materia orgánica y microorganismos infecciosos del agua cruda.

Por esta razón los costos de administración y de abastecimiento de las bodegas se incrementan ostensiblemente. Acorde con esta gran responsabilidad social de la empresa se determinó generar una política de inventarios que mantenga el nivel de servicio esperado por encima del 90%.

- **Parametrización del modelo**

Teniendo todas las variables necesarias, se procedió a caracterizar el modelo. Para efectos de cálculo, se tendrán en cuenta las convenciones de la siguiente tabla.

---

<sup>44</sup> CHASE, Op. cit., p. 591

**Cuadro 18. Convenciones de cálculo**

VARIABLE	SIGLA	UNIDADES
Demanda anual	D	Kilos/año
Pronóstico de demanda trimestral	d	Kilos/3meses
Desviación estándar de los errores de pronóstico	S <sub>d</sub>	\$/Kilo
Costo de compra	P	\$/Orden
Costo Unitario	C	\$
Costo de abastecimiento	S	1/año
Costo promedio de inventario	I	días
Lead Time (Tiempo de Abastecimiento)	LT	-
Nivel de servicio al cliente	NS	-
Probabilidad de tener inventario durante el Lead Time	P	-
Z*	Z	-

\*Número de desviaciones estándar de la media, de la distribución de demanda durante el Lead Time

Con el objeto de demostrar como se llevan a cabo los cálculos, se va a desarrollar todo el modelo de punto de reorden con demanda incierta para el Cloro líquido en la planta de tratamiento Floridablanca.

- Tamaño de lote económico (Q\*):

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{I * C}}$$

Al reemplazar en la ecuación,

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * 23.060 * 56.547}{0,20 * 1.755,36}} \longrightarrow Q^* = 2726 \text{ Kilos}$$

Por lo tanto el tamaño del lote económico es 2726 Kilos.

- Probabilidad de tener **stock** durante el **lead time** (P).

Con el fin de asegurar que durante el tiempo de reposición de mercancía, se tenga el **stock** suficiente para satisfacer la demanda, se estableció que la probabilidad de tener inventario debe ser del 90% (P=90%).

A partir de esta probabilidad de tener inventario durante el **lead time** se puede obtener el número de desviaciones estándar de la media de la distribución de demanda durante el **lead time** (Z), por medio del uso de la tabla Área bajo la Distribución Normal Estándar<sup>45</sup>, así: con el valor de probabilidad del 90%, se busca en la tabla el correspondiente valor de Z, encontrando un valor de Z=1,282.

- Punto de reorden (ROP).

Para calcular el punto de reorden, se debe hallar primero el nivel del **stock** de seguridad.

$$SS = Z * S_d * \sqrt{LT}$$

Al reemplazar en la ecuación,

$$SS = 1,282 * 875,18 * \sqrt{\frac{7}{66}} \longrightarrow SS = 365 \text{ Kilos}$$

Con este dato se calcula el punto de reorden.

$$ROP = d * LT + SS$$

Al reemplazar en la ecuación,

$$ROP = \left( \frac{6850 * 7}{66} \right) + 365 \text{ Kilos} \longrightarrow ROP = 1092 \text{ Kilos}$$

---

<sup>45</sup> BALLOU, Op. cit., p. 662

De esta forma el **stock** de seguridad corresponde a 365 Kilos y el punto de reabastecimiento se cumple al llegar a los 1092 Kilos.

- Costo total (CT):

$$\text{COSTO TOTAL} = \text{COSTO DE ORDENAR} + \text{COSTO DE MANTENER} + \text{COSTO DE MANTENER INVENT. DE SEGURIDAD}$$

$$\text{COSTO TOTAL} = \left( \frac{D * S}{Q} \right) + \left( \frac{Q}{2} * I * C \right) + (SS * I * C)$$

Al reemplazar en la ecuación,

$$\text{COSTO TOTAL} = \left( \frac{23060 * 56.547,00}{2726} \right) + \left( \frac{2726}{2} * 0,2 * 1.755,36 \right) + (365 * 0,2 * 1.755,36)$$

$$\text{COSTO TOTAL} = (478.429,04) + (478.429,04) + (128.280,02)$$

$$\text{COSTO TOTAL} = \$1.085.138,11$$

- Cantidad e intervalos de las órdenes de abastecimiento.

El número esperado de órdenes de abastecimiento anuales (T) se hallan dividiendo la demanda total anual entre el tamaño del lote escogido, así:

$$T = \frac{D}{Q}$$

$$T = \frac{23.060}{2726} \longrightarrow T = 8,46 \text{ ordenes/año}$$

Inversamente, el intervalo de tiempo esperado entre dos órdenes consecutivos (N) para la misma referencia, se haya dividiendo el tamaño del lote escogido entre la demanda anual esperada, así:

$$N = \frac{Q}{D}$$

$$N = \frac{2726}{23.060} \longrightarrow N = 0,1182 \text{ años}$$

Se haya su equivalencia en días:

$$N = 0,1182 \text{ años} * \left( \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \right) \longrightarrow N = 43,14 \text{ días}$$

Teniendo en cuenta el tamaño del lote económico que se escogió para el lanzamiento de las órdenes, se espera que se lancen cerca de 8 órdenes consecutivas en todo el año con un intervalo aproximado de 43 días entre órdenes consecutivas.

- Número de unidades faltantes.

Tal como plantea Chase<sup>46</sup>:  $E_{(z)}$  es llamada la unidad de pérdida normal, cuyos valores están tabulados como una función de la derivada normal Z. Para determinar el número de unidades faltantes se debe hallar el valor  $E_{(z)}$  por medio

---

<sup>46</sup> CHASE, Op. cit., p. 591

del uso de las tablas **Unit Normal Loss Integrals**<sup>47</sup> y a partir del valor Z obtenido anteriormente.

Para el valor de  $Z=1,282$  en la tabla se obtiene un valor  $E(z)=0,0475$ .

Al multiplicar este índice por la desviación de la demanda durante el **Lead Time**, permite conocer el número de unidades faltantes en el periodo ( $F_p$ ), así:

$$F_p = S_d * \sqrt{LT} * E(z)$$

Reemplazando,

$$F_p = 875,18 * \sqrt{\frac{7}{66}} * 0,0475 \longrightarrow F_p = 14 \text{Kilos}$$

Al multiplicar el número de faltantes en cada periodo de tiempo entre órdenes consecutivas, por el número de veces en el año que se emiten órdenes de abastecimiento, se puede obtener el número esperado de unidades faltantes de todo el año ( $F$ ), de la siguiente forma:

$$F = F_p * T$$

Al reemplazar en la ecuación,

$$F = F_p * T \longrightarrow F = 115 \text{Kilos}$$

- Nivel de servicio al cliente por unidad.

Este nivel de servicio se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

---

<sup>47</sup> BALLOU, Op. cit., p. 664

$$NS = 1 - \frac{S_d * \sqrt{LT} * E(z)}{Q}$$

Al reemplazar se obtiene,

$$NS = 1 - \frac{875,18 * \sqrt{7/66} * 0,0475}{2726} \longrightarrow NS = 99,5\%$$

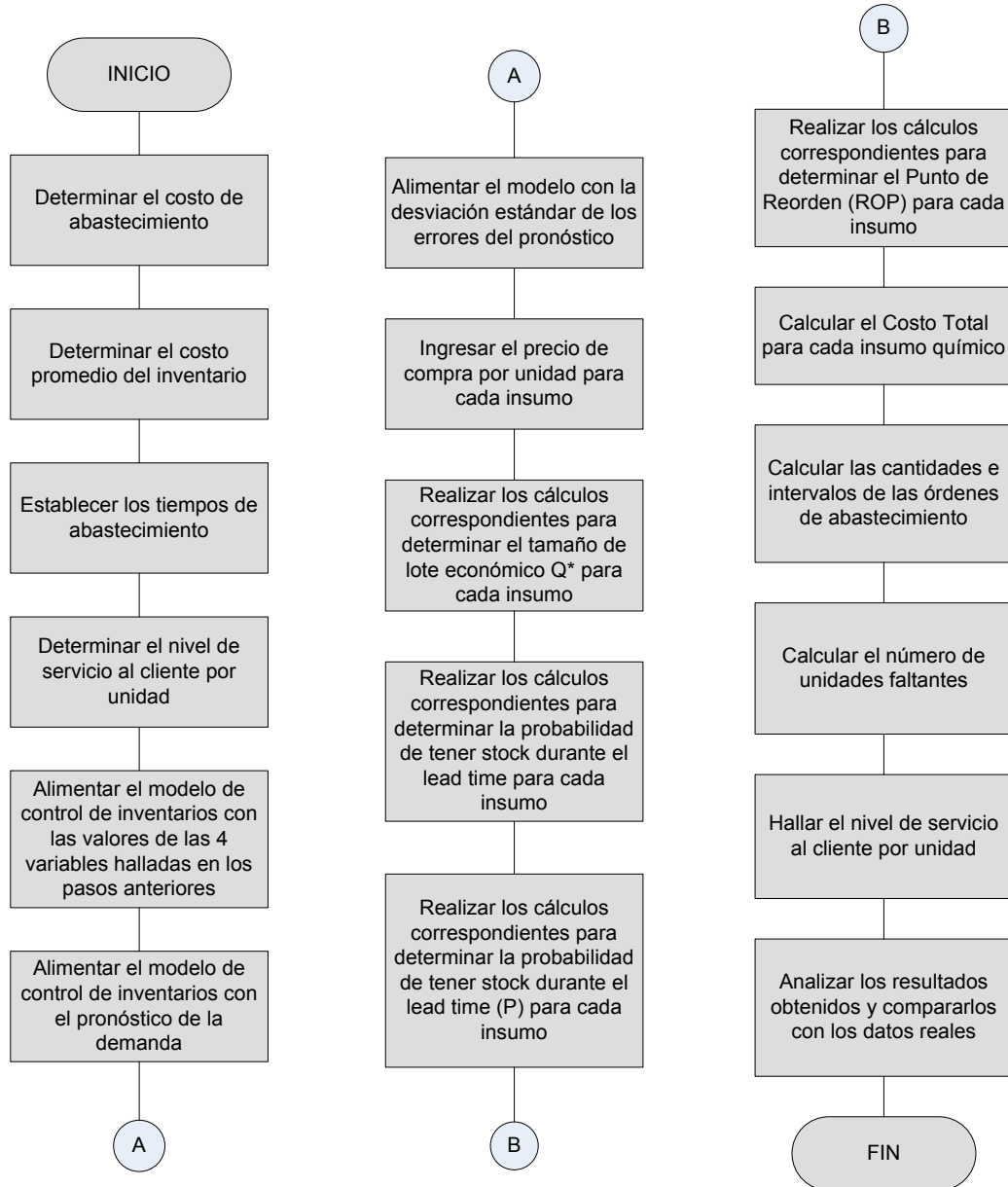
Se obtiene un nivel de servicio por unidad igual al 99,5% para este insumo químico en la planta Floridablanca.

- **Resumen.**

Según el modelo de revisión periódica con demanda incierta propuesto, para el caso del insumo químico Cloro Líquido, se determinó que si se desea cumplir con una probabilidad del 90% de tener **stock** durante los 7 días establecidos para el **lead time**, se debe manejar un **stock** de seguridad (SS) de 365 Kilos, para que así, en el momento en que el nivel de inventario descienda hasta el punto de reorden (ROP) ubicado en 365 Kilos, se pueda lanzar una orden de abastecimiento según el tamaño económico del lote (Q) de 365 Kilos y se pueda lograr un nivel de servicio al cliente por unidad de 99,5%

De esta manera, contando con que la demanda pronosticada no presente muchas variaciones, se emitirá aproximadamente cada 43 días una orden de abastecimiento, para consolidar al final de año un total de 9 órdenes lanzadas. El costo total anual esperado por la administración del sistema de control de inventario en que incurrirá la organización por poner en práctica el modelo propuesto para esta referencia es de \$1.085.138,11 pesos, de los cuales \$478.429,04 pesos son por concepto del lanzamiento de las solicitudes de despacho parcial, \$478.429,04 pesos por mantener el inventario promedio y \$128.280,02 pesos por mantener el **stock** de seguridad. En la Figura 23 se presenta la forma de calcular el modelo de administración de inventarios teórico.

Figura 23. Diagrama de flujo para obtener el modelo de administración de inventarios teórico



Teniendo presente la política establecida por la organización, se espera como máximo que la sumatoria de las unidades requeridas que no sean atendidas en el tiempo apropiado, al final del año sea de aproximadamente 115 Kilos. De la misma forma como se hallaron cada una de las variables anteriores para el Cloro líquido en la planta de tratamiento Floridablanca y siguiendo cada uno de los pasos

anteriormente descritos, se procede con los demás insumos, para así caracterizar todas las referencias del modelo diseñado (ver Anexos 20 y 21).

- **Análisis general del modelo**

A partir de los resultados obtenidos en el análisis inicial, se logró establecer para el sistema de control de inventarios de las bodegas de las plantas de tratamiento que abastecen el proceso de tratamiento del agua del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., aspectos tan importantes como la necesidad de implementar una política que aumente el nivel de servicio al cliente por unidad al 90% en los insumos analizados, el 20% de costo promedio anual de mantener el inventario, los costos promedios de lanzar una solicitud de despacho parcial a un proveedor (\$56.547,00 pesos). En los Anexos 20 y 21, se encuentra la caracterización del modelo propuesto para los insumos químicos que tienen más importancia dentro de su administración.

### **5.2.6 Implementación del modelo de Control de inventarios**

Con el propósito de realizar la comparación entre la forma como se manejaban los inventarios anteriormente y la propuesta en este proyecto, se verificó la forma como se administraban tradicionalmente los insumos químicos analizados. Luego se presentó el modelo teórico propuesto a la organización para que se le realizara un estudio de factibilidad, del cual se generaron unas modificaciones y finalmente se implementó el modelo modificado.

- **Diagnóstico del control de inventarios utilizado anteriormente**

Como complemento al diagnóstico realizado inicialmente acerca de la forma tradicional como se han administrado los insumos químicos, se realizó un análisis más detallado de los productos seleccionados como los más importantes y de mayor criticidad al momento de gestionar su nivel de inventario. La información mas relevante que se logró recopilar fue suministrada por los jefes de las plantas

de tratamiento, con el apoyo de la jefe de la división de tratamiento. A partir de esto, se pudo establecer la cantidad promedio de unidades para cada lanzamiento de una orden de abastecimiento y el **stock** de seguridad de los productos analizados, con las cuales los jefes de planta de tratamiento gestionan día a día el inventario. Vale la pena aclarar que los jefes de planta usan el nivel de **stock** de seguridad como punto de reorden para el aprovisionamiento.

Con el propósito de realizar un paralelo entre las dos alternativas de gestión del inventario, continuar de la forma tradicional o implementar el modelo propuesto, se aplicaron de demanda establecidos para los meses siguientes, las ecuaciones matemáticas vistas anteriormente (numeral 3.4.2), y los datos suministrados por los jefes de planta (cantidad ordenada y **stock** de seguridad) para parametrizar un modelo alternativo que estimara el comportamiento de la administración de las materias primas siguiendo las políticas de inventario que se han manejado tradicionalmente en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

Para ejemplificar lo planteado, se tomó el insumo Sulfato de Aluminio Granular para la planta Floridablanca, y se obtuvieron los siguientes datos:

- \* Tamaño del lote ordenado tradicionalmente: 70.000 Kilos
- \* Punto de reorden tradicional: 60.000 Kilos
- \* Stock de seguridad:

$$SS = ROP - (d * LT)$$

Al reemplazar en la fórmula,

$$SS = 60.000 - \left[ 97.267 * \left( \frac{18}{66} \right) \right] \longrightarrow SS = 33.473 \text{ Kilos}$$

- \* Probabilidad de tener **stock** durante el **lead time** (P).

$$Z = \frac{SS}{S_d * \sqrt{LT}}$$

$$Z = \frac{33.473}{17.779,79 * \sqrt{\frac{18}{66}}} \longrightarrow Z = 3,605$$

Aplicando al valor Z hallado, la distribución de probabilidad normal, se obtiene un valor de probabilidad equivalente a P = 100%.

- Nivel de servicio al cliente. Con el valor Z obtenido anteriormente y hallando su correspondiente en la Unit Normal Loss Integrals<sup>48</sup> el valor E(z) es 0,2072. Teniendo en cuenta este valor, se aplica la ecuación de nivel de servicio siguiente:

$$NS = 1 - \frac{17.779,79 * \sqrt{18/66} * 0,}{70.000} \longrightarrow NS = 100\%$$

Con estos valores y aplicando las ecuaciones presentadas en el numeral 3.4.2 se obtienen las siguientes cifras:

- \* Cantidad estimada de ordenes de abastecimiento anuales: 5
- \* Tiempo estimado entre órdenes consecutivas: 72 días
- \* Número de faltantes estimado en el periodo: 0
- \* Número de faltantes estimadas anuales: 0
- \* Costo total anual. de igual forma como con el modelo teórico, se deben tener en cuenta los costos esperados de ordenar, de mantener el inventario y el **stock** de seguridad:

$$\text{COSTO TOTAL} = (279.624,92) + (3.239.880,00) + (3.098.501,31)$$

$$\text{COSTO TOTAL} = \$6.618.006,22$$

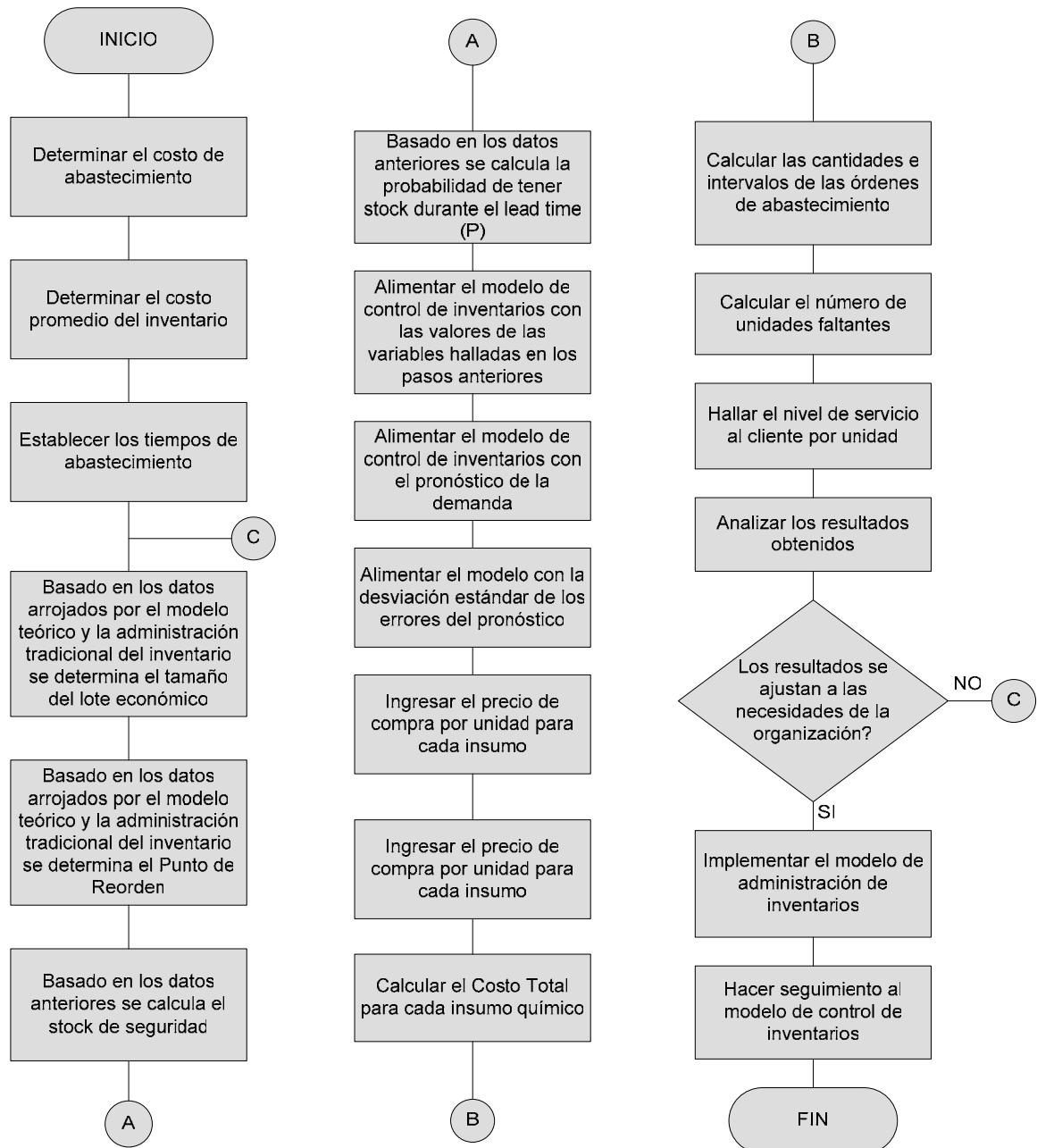
De esta forma se concluye que bajo las condiciones esperadas de demanda y de continuar aplicando las técnicas de manejo de inventarios tradicionales, durante el

---

<sup>48</sup> BALLOU, Op. cit., p. 664

año 2.005, se tendría un nivel de servicio al cliente por unidad del 100% para este insumo, pero incurriendo en unos gastos mayores para la organización. Los datos extractados y calculados a partir de las ecuaciones utilizadas en el diseño del modelo de inventarios para los demás insumos, se pueden observar en los anexos 22 y 23. A continuación en la Figura 24 se puede observar el diagrama de flujo que explica la manera de obtener el modelo de administración de inventarios.

**Figura 24. Diagrama de flujo de la aplicación del modelo de administración de inventarios**



Analizando globalmente los datos obtenidos para las referencias se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- \* El nivel de servicio al cliente que se esperaría por unidad para todas las plantas es muy alto, ya que en todas se espera un nivel superior al 90%. Sin embargo se debe poner especial atención en la planta Morrórico donde en el Cloro Líquido y el Polímero tienen una probabilidad de tener **stock** durante el **lead time** inferior al 90%, igualmente en la planta de tratamiento la Flora el polímero tiene una probabilidad de tener **stock** durante el **lead time** inferior al 80%.
- \* Se puede evidenciar un desbalance entre el tamaño del lote a ordenar y el punto de reorden, lo que puede significar que se están lanzando órdenes de abastecimiento por mas cantidad de la necesitada y en momentos donde el punto de reorden todavía se encuentra lejano.
- \* En general en las plantas se observa en la mayoría de los insumos químicos un nivel de servicio al cliente por unidad y la probabilidad de tener **stock** durante el **lead time** del 100%, esta situación obedece a un sobre dimensionamiento del nivel de inventario de estos insumos, con lo cual se garantiza una muy buena respuesta a las requisiciones de insumos, pero a la vez se incurre en unos costos de administración del inventario muy altos, ya que se hace necesario retener mercancía durante largos periodos de tiempo. Teniendo esto presente, se analizaron estos insumos químicos y se observó que en el caso de la Cal Apagada se demora entre 1 y 2 años en realizar una orden de abastecimiento. La variable del tiempo entre órdenes consecutivas refuerza el argumento que el sistema tradicional de administración de materias primas maneja unos niveles de inventario muy elevados.
- \* Dado que el tamaño del lote económico es aquel que logra igualar los costos de mantener y los de ordenar, se puede asegurar que los tamaños de abastecimiento utilizados tradicionalmente, están muy lejanos de catalogarse como óptimos ya que como se puede observar en el Anexo 23,

el costo de mantener el inventario (\$18.628.696,32 pesos) es exageradamente superior al costo de ordenar (\$4.172.854,45 pesos); esto confirma el enunciado hecho anteriormente en el cual se evidencia la posibilidad de que los tamaños de lote de abastecimiento sean muy superiores a lo que realmente se necesita en un periodo dado.

Se puede concluir acerca de la forma como se han venido administrando los inventarios de insumos químicos en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. que el nivel de servicio al cliente interno es muy alto, y el número de unidades faltantes, tanto para cada periodo como para el total del año, es muy bajo (cero) en la mayoría de los insumos, lo cual va en contra de los propósitos financieros de la empresa, ya que esto implica que en el momento en que se lance una orden de abastecimiento para un producto en particular, el costo de la compra o despacho del insumo químico, que va a suplir los requerimiento durante tantos periodos de tiempo, puede ser muy elevado y se debe generar una salida de dinero considerable, afectando directamente la liquidez monetaria del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., adicionalmente, el hecho de tener una mercancía almacenada durante tanto tiempo la hace más susceptible de presentar algún tipo de deterioro, esto sin contar que el área podría ser utilizada para el desarrollo de otras actividades.

- **Paralelo entre el modelo tradicional y el modelo teórico diseñado**

Con el fin de conocer de antemano los posibles cambios o beneficios que podría traer la implementación del modelo diseñado teóricamente, se hizo una comparación entre éste y la forma en la cual se ha venido administrando el inventario tradicionalmente. El paralelo que se va a realizar tiene como punto de partida la información de los anexos 20 al 23.

Los dos aspectos más relevantes a analizar son el nivel de servicio al cliente y los costos totales de la administración del inventario. En la siguiente tabla se resumen los últimos.

**Cuadro 19. Paralelo del Costo Total – Modelo Teórico y Tradicional**

	TEÓRICO	TRADICIONAL
PLANTA	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
BOSCONIA	\$ 7.475.169,27	\$ 11.116.444,84
LA FLORA	\$ 9.377.115,55	\$ 12.038.638,37
MORRORICO	\$ 5.233.614,22	\$ 6.375.124,12
FLORIDABLANCA	\$ 5.532.579,42	\$ 12.033.955,60
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 27.618.478,45</b>	<b>\$ 41.564.162,92</b>

Para las condiciones de demanda esperada para el año 2.005 para cada planta y administrando los insumos químicos de la forma tradicional (cantidades a ordenar y **stock** de seguridad), se determinó que de continuar con el sistema tradicional de administración de inventario, el nivel de servicio por unidad y la probabilidad de tener **stock** durante el **lead time** esperados serían muchísimo mas bajos para el Cloro Líquido en la planta Morrórico y para el Polímero en la planta Morrórico y La Flora a diferencia de si se empleara el método propuesto, ya que este segundo se fundamenta en una nivel de servicio al cliente y una probabilidad de tener **stock** superiores al 90% mientras que con el sistema anterior, para esas referencias se esperaría alcanzar valores inferiores, se esperaría que oscilaran entre el 70% y el 80%.

Por otro lado si se administrase el inventario de insumos de las plantas de tratamiento con el modelo teórico propuesto, los costos totales esperados se reducirían aproximadamente en un 34%. Esta variación en los costos totales se identifica con el objetivo de la empresa de reducir los costos de administración de inventarios de insumos químicos. Es claro que cuando se desea aumentar un nivel

de servicio al cliente, la empresa debe asumir unos costos mayores, ya que la gestión que asegura un mejor funcionamiento se ve reflejada en un aumento del dinero que debe invertirse. Igualmente si la empresa desea ahorrar una cierta cantidad de dinero al administrar el inventario, debe ser consciente que muy probablemente se incurrirá en un decrecimiento del nivel del servicio.

- **Presentación de la propuesta**

Una vez se analizaron las variables mas relevantes que se deben tener en cuenta en un sistema de control de inventarios para las condiciones de demanda pronosticadas y teniendo como fundamento el paralelo hecho entre los resultados esperados según la forma de administrar el inventario basado en las políticas tradicionales y en el modelo diseñado, se presentaron ante el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. ambas alternativas, con el fin de evaluarlas frente a los lineamientos económicos y operativos que la organización ha trazado para el presente año.

La propuesta fue bien recibida por la organización, por cuanto implicaba que la administración de las materias primas en las plantas de tratamiento tendría ahora un fundamento teórico y sería ajustado a una demanda pronosticada; se dejaría a un lado la administración empírica y fundamentada en la intuición y la experiencia de los jefes de plantas de tratamiento.

Dado que la aplicación del modelo de administración de inventarios propuesto representa un gran impacto para la empresa, se aceptó la implementación, siempre y cuando se realizaran unas modificaciones generales, afectando directamente los puntos de reorden y las cantidades de **stock** de seguridad que se deben manejar para los periodos. Por otra parte se recibió con beneplácito el deseo de darle una mayor rotación a los insumos como la Cal Apagada y el Polímero, reduciendo considerablemente la cantidad de unidades almacenadas durante largos periodos de tiempo.

- **Modelo de control de inventarios implementado**

Una vez se aplicaron al modelo teórico diseñado los cambios concertados con la empresa, de acuerdo a las políticas trazadas para el año 2.005, se dio vía libre a la implementación del sistema de control de inventarios basado en el método del punto de reorden. Las variables iniciales que se tuvieron en cuenta son: el tamaño del lote a ordenar (Q) y el punto de reorden (ROP). En el anexo 24 se observan estas cantidades y las variaciones frente al modelo teórico diseñado.

En la mayoría de los casos se aproximaron las unidades a ordenar, teniendo en cuenta las unidades de empaque de cada insumo químico, buscando facilitar la labor de la compra o despacho, ya que algunos proveedores despachan en tamaños de lotes de acuerdo a sus políticas de empaque y embalaje (la Cal Apagada y el Sulfato de Aluminio vienen en bultos de 25 Kilos, el Cloro Líquido viene en contenedores de 900 Kilos y el Polímero viene en tanques de 220 kilos). El punto de reorden se aumentó en algunas ocasiones, de acuerdo a las sugerencias de los jefes de planta, se vio la necesidad de realizar otros ajustes más significativos a las cantidades a ordenar y a los puntos de reorden, básicamente aumentando dichas unidades, que por mas que la organización se mostró muy asequible al cambio propuesto, evidencia un cierto temor a tener un desabastecimiento de algunos insumos, que tradicionalmente habían manejado unas cantidades muy elevadas. Por último se decidió manejar cantidades cerradas que faciliten tanto la manipulación del insumo como de la información referente. Estas modificaciones se pueden observar en el Anexo 25. De acuerdo con todos estos cambios y aplicando las ecuaciones matemáticas del numeral 3.4.2, se determinaron el resto de variables a considerar dentro de la caracterización del modelo, el cual se puede apreciar en los Anexos 25 y 26.

- **Análisis del modelo implementado.**

Del resultado esperado debemos resaltar que en su mayoría se cumple con la probabilidad de tener inventario durante el lead time planteado inicialmente (90%) en el modelo teórico, aunque en 6 de los casos se encuentran por debajo de este

valor, éstas oscilan entre el 87% y 89%, lo cual refleja que no se encuentran muy alejados de la meta. El nivel de servicio al cliente por unidad varía entre el 92% y el 100%. Otro factor destacado es el hecho de que los costos de ordenar y mantener se estima que no serán equivalentes para ningún insumo en ninguna planta y en todos los casos el costo de mantener el inventario será superior al costo de lanzar una orden de abastecimiento. Dado que los tamaños de lote y los puntos de reorden que se plantearon en el modelo teórico no se cumplieron completamente y se mantuvo la línea de estar un poco por encima de las unidades propuestas por el modelo teórico, se observa que en algunos casos todavía se presenta el sobre abastecimiento, que se refleja en los niveles de servicio al cliente tan altos, más de lo estimado.

- **Comparación entre el modelo implementado y el modelo tradicional.**

Dado que el modelo teórico planteado no fue aceptado en su totalidad, es necesario comparar los resultados esperados del modelo realmente implementado con los resultados que se obtendrían si se continuara administrando los inventarios de insumos de la forma tradicional. Una vez mas los puntos centrales de comparación de las alternativas son los costos de manejar el inventario y el nivel de servicio al cliente esperados. En la siguiente tabla se recopilan los datos del costo total de ambas alternativas.

**Cuadro 20. Paralelo del Costo Total – Modelo Implementado y Tradicional**

	<b>IMPLEMENTADO</b>	<b>TRADICIONAL</b>
<b>PLANTA</b>	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
BOSCONIA	\$ 9.486.146,62	\$ 11.116.444,84
LA FLORA	\$ 9.090.711,61	\$ 12.038.638,37
MORRORICO	\$ 5.884.307,65	\$ 6.375.124,12
FLORIDABLANCA	\$ 5.984.414,43	\$ 12.033.955,60
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 30.445.580,31</b>	<b>\$ 41.564.162,92</b>

Según la demanda esperada para cada insumo y administrando cada planta con el modelo implementado, se estima que la probabilidad de tener **stock** durante el **lead time** se mantiene dentro de los niveles establecidos, así como el nivel de servicio por unidad se encuentra en unos niveles mas acordes con las políticas financieras del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

El cambio mas notable se logró en la reducción de costos, ya que si se comparan los costos totales de administrar los insumos químicos, obtiene una disminución del 27% aproximadamente, con respecto a la forma tradicional de administrar el inventario.

Al comparar la rotación del inventario por medio del número de órdenes de abastecimiento (T) lanzadas en un año y el tiempo entre órdenes consecutivas (N), se observa que el inventario rota con mayor frecuencia con el modelo implementado.

### **5.2.7 Evaluación del modelo de control de inventarios implementado**

- **Diagnóstico final de la administración de inventarios**

Tal como se hizo al inicio del proyecto, se evaluó la forma de administración del inventario de insumos químicos en las plantas de tratamiento después de implementar el modelo propuesto, para así establecer los cambios efectuados y cuantificar los logros obtenidos frente a la forma tradicional como se venían administrando los insumos químicos.

Nuevamente se pidió a los jefes de planta que respondieran la encuesta planteada. Para conocer la puntuación obtenida en el diagnóstico final, se realizó la sumatoria del número de veces que se repitió cada una de las frecuencias y se aplicó la fórmula matemática:

**Cuadro 21. Frecuencia de las respuestas en la encuesta final**

ENCUESTADO	RESULTADOS				PUNTUACIÓN
	N	P	F	S	
Qco. John Jairo Barreneche	0	1	13	4	
Ing. Isidro Ardila Rojas	0	2	12	4	
Ing. Javier Quiroga	0	1	11	6	
<b>TOTALES</b>	0	4	36	14	
<b>PONDERACIÓN</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	
<b>VALOR TOTAL</b>	0	20	288	140	448

$$\text{PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO} = \frac{\text{PUNTUACION}}{540} * 100\%$$

$$\text{PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO} = \frac{448}{540} * 100\%$$

$$\text{PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO} = 83\%$$

Finalmente, se buscó el equivalente cualitativo que corresponde al porcentaje de cumplimiento de 83%. Para este caso es BUENO. Esta encuesta demuestra una mejora contundente en la forma como se administran los insumos químicos en las plantas de tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., luego de haber implementado el método planteado frente a la forma tradicional como se habían administrado.

El aumento de 28 puntos porcentuales (el resultado de la encuesta inicial fue de un 55% de cumplimiento), obedece principalmente a que ya se dejó atrás todo el empirismo que se manejaba tradicionalmente y se dio paso a una forma de administrar los insumos apoyada en una base teórica y en un seguimiento hecho

al consumo de los insumos químicos durante 5 años, que permitieron estimar unas condiciones de demanda para el primer trimestre del año 2.005.

### 5.2.8 Evaluación del modelo de pronósticos

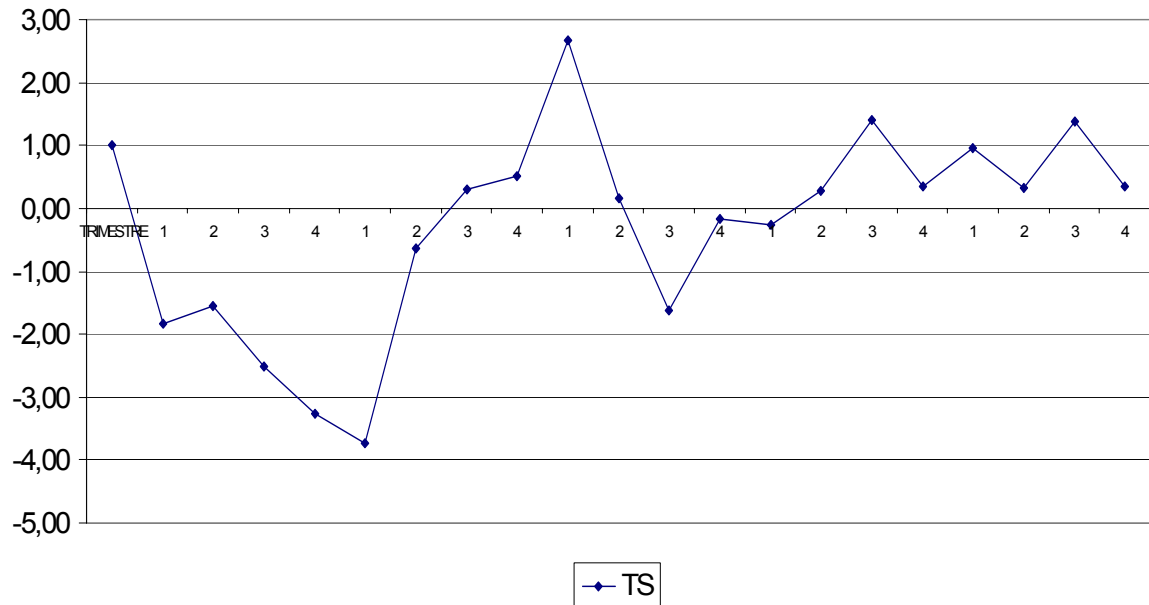
Una parte integral de la evaluación del modelo de control de inventarios es la evaluación del modelo de pronósticos utilizado, ya que al confrontar los datos de demanda que se van registrando con el correr del tiempo y los que se habían pronosticado, se podrá determinar que tan acercados a la realidad estuvieron los pronósticos. La evaluación del modelo de pronóstico se hizo utilizando las mismas variables de medición del error que se utilizaron en la selección del modelo de pronósticos como son la desviación media absoluta (MAD) y la señal de rastreo (TS).

**Cuadro 22. Evaluación al modelo de pronósticos**

AÑO	TRIMEST.	VALOR REAL	PRONÓSTICO ACTUAL	ERROR DEL PRONÓSTICO	RSFE	DESVIACIÓN ABSOLUTA	DESVIACIÓN ABSOLUTA ACUMULADA	MAD	TS
2000	1	335101	330350,78	4750,22	4750,22	4750,22	4750,22	4750	1,00
2000	2	282288	398090,04	-115802,04	-111051,81	115802,04	120552,26	60276	-1,84
2000	3	350371	318359,10	32011,90	-79039,91	32011,90	152564,16	50855	-1,55
2000	4	371174	416732,74	-45558,74	-124598,65	45558,74	198122,90	49531	-2,52
2001	1	285244	298097,48	-12853,48	-137452,13	12853,48	210976,38	42195	-3,26
2001	2	355023	351031,07	3991,93	-133460,19	3991,93	214968,31	35828	-3,73
2001	3	412725	308363,91	104361,09	-29099,10	104361,09	319329,40	45618	-0,64
2001	4	476013	432775,43	43237,57	14138,46	43237,57	362566,97	45321	0,31
2002	1	338356	331636,83	6719,17	20857,63	6719,17	369286,14	41032	0,51
2002	2	507075	400846,90	106228,10	127085,74	106228,10	475514,24	47551	2,67
2002	3	264230	382789,87	-118559,87	8525,87	118559,87	594074,11	54007	0,16
2002	4	339385	442702,27	-103317,27	-94791,41	103317,27	697391,39	58116	-1,63
2003	1	389945	304934,30	85010,70	-9780,71	85010,70	782402,08	60185	-0,16
2003	2	391790	396711,11	-4921,11	-14701,82	4921,11	787323,20	56237	-0,26
2003	3	377950	348087,29	29862,71	15160,90	29862,71	817185,91	54479	0,28
2003	4	517470	455877,02	61592,98	76753,88	61592,98	878778,90	54924	1,40
2004	1	295858	353813,82	-57955,82	18798,06	57955,82	936734,72	55102	0,34
2004	2	436602	404112,15	32489,85	51287,91	32489,85	969224,56	53846	0,95
2004	3	331123	365163,95	-34040,95	17246,96	34040,95	1003265,51	52803	0,33
2004	4	508919	452857,74	56061,26	73308,22	56061,26	1059326,78	52966	1,38
2005	1	295129	350015,12	-54886,033	18422,19	54886,033	1114212,81	53058	0,35

A continuación se presenta la gráfica de la señal de rastreo del pronóstico:

Figura 25. Señal de rastreo



Se puede apreciar que el modelo de pronósticos implementado tiene una desviación media absoluta (MAD), de 53.058 lo cual indica que en promedio para lo corrido del año 2.005, el pronóstico está desviado en 53.058 Kilos de insumos químicos, por debajo de la demanda real. Sin embargo como se puede apreciar en la Figura 25, el pronóstico tiende a acercarse a la demanda real, por lo cual se debe continuar el seguimiento, para conocer si esta tendencia se estabiliza o se debe realizar los ajustes necesarios para que la adherencia del pronóstico con la demanda real sea mayor.

- **Seguimiento al modelo de control de inventarios implementado**

Con el propósito de verificar el cumplimiento de la forma en la cual se deben gestionar las solicitudes de abastecimiento de insumos químicos, se llevó a cabo el seguimiento que aparece en el anexo 27. En este seguimiento se encuentran registradas las fechas en las que se realizó el lanzamiento de la orden de

abastecimiento, las fechas en las que se recibieron los insumos químicos y la cantidad ordenada. A partir de esta información, se pudo conocer la rotación del inventario en el primer trimestre del año 2.005.

### 5.2.9 Evaluación de los indicadores de gestión

- **Nivel de servicio al cliente por unidad.**

Durante el primer trimestre del año 2.005 se le hizo seguimiento a la respuesta del sistema de administración de inventarios ante las solicitudes de insumos químicos y el nivel de servicio al cliente por unidad. En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos de dicho seguimiento:

**Cuadro 23. Resultado indicador de gestión del nivel de servicio**

MES	TOTAL REQUISICIONES*	REQUISICIONES ATENDIDAS	NIVEL DE SERVICIO**
Enero	8	8	100%
Febrero	3	3	100%
Marzo	5	5	100%

\* Sumatoria de las requisiciones de todas las plantas de tratamiento.

\*\* El nivel de servicio se halla empleando la ecuación descrita para el indicador de gestión en el numeral 3.6.1

Aún cuando el indicador se mantiene con el mismo valor (100%), es importante presentar estos datos para corroborar que en ningún momento se ha visto afectado el nivel de servicio al cliente, debido a la implementación del modelo de administración de inventarios.

- **Costo del inventario de insumos químicos a fin de mes.**

Para observar la tendencia del costo del inventario de insumos químicos y verificar que se estaba consumiendo el exceso de inventario existente, se hizo el seguimiento de este indicador durante los meses de febrero y marzo.

Costo de insumos tipo A y B a fin del mes de febrero de 2005 = \$ 169.982.182,08

Costo de insumos tipo A y B a fin del mes de marzo de 2005 = \$ 166.190.877,44

La información detallada del costo del inventario a fin de mes para los insumos químicos tipo A y B, para los meses de febrero y marzo de 2.005 se puede ver en los Anexos 28 y 29. A partir de los valores obtenidos para este indicador en estos dos meses, se puede apreciar la disminución de costos del inventario, debido a que con las políticas implementadas se comenzó a ordenar insumos químicos a través de tamaños de lote con cantidades que reflejan las verdaderas necesidades del proceso y en los momentos adecuados, consumiendo, de esta manera, el exceso de inventario que se encontraba en las bodegas de las plantas de tratamiento y alcanzando niveles mas acordes con las necesidades observadas. Con esta disminución del costo del inventario de insumos químicos, se puede verificar que se está cumpliendo el objetivo de disminuir los costos del inventario al mismo tiempo que se mantiene el nivel de servicio al cliente. Se recomienda continuar el seguimiento durante todo el año para determinar si se trata de una tendencia a la disminución. En el Anexo 30 se presenta el histórico de datos correspondiente a los inventarios valorizados de insumos químicos a fin de mes para el año 2.004.

- **Resumen de los indicadores de gestión**

En la siguiente tabla se recopilan los indicadores de gestión utilizados para la evaluación de los resultados obtenidos con la implementación del modelo y el nivel del mejoramiento alcanzado.

**Cuadro 24. Recopilación de indicadores de gestión**

<b>INDICADOR DE GESTIÓN</b>	<b>ANTES</b>	<b>DESPUÉS</b>	<b>VARIACIÓN</b>
Nivel de servicio al cliente por unidad	100%	100%	0%
Costo de inventario a fin de mes*	\$ 192.583.162,08	\$ 166.190.877,44	14%

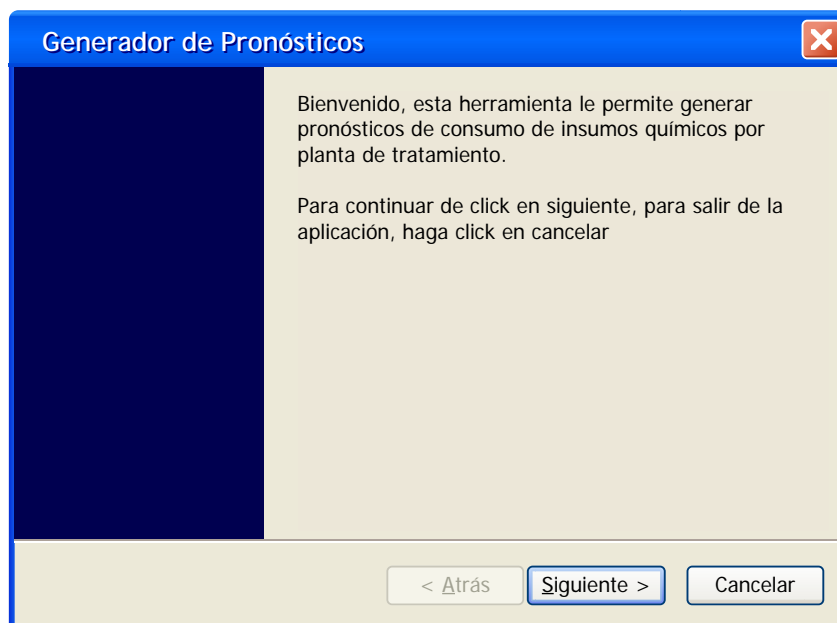
\* El porcentaje de variación representa una disminución en los costos

### 5.2.10 Herramienta informática de apoyo a la administración de inventarios

Con la total colaboración de la División de Sistemas de Información del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., se logró desarrollar, en Visual Basic 6.0.1, una herramienta para la generación de pronósticos para todas las plantas de tratamiento de agua, buscando hacer mas amigable este proceso para los responsables, ya que el solo hecho de manejar una interfase de usuario mas llamativa, reflejó una mayor disposición de los Jefes de Planta al aprovechamiento de este recurso. A continuación se presentan algunas de las ventanas que aparecen durante la aplicación.

- **Ventana de Inicio**

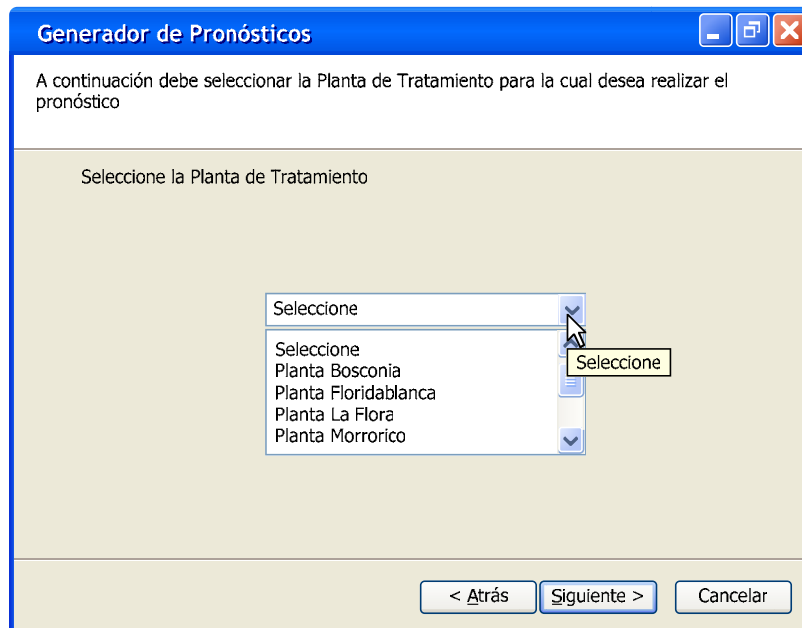
Esta ventana aparece inmediatamente después de hacer clic en el icono que ha sido ubicado en el escritorio de los computadores de cada Jefe de Planta de Tratamiento y del Jefe de División Tratamiento.



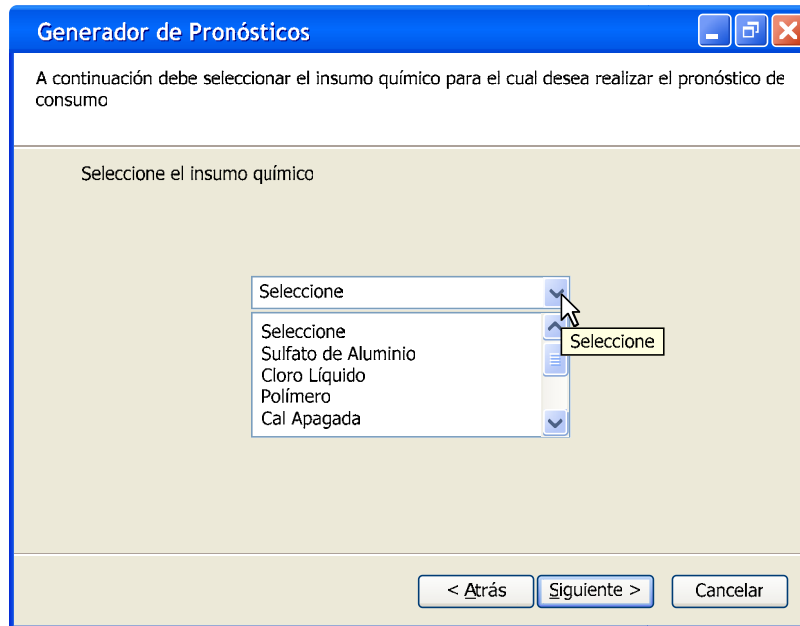
- **Uso de la aplicación**

La utilización de esta herramienta es bastante sencilla, sin embargo, en compañía del funcionario de sistemas que realizó la programación de la aplicación, se visitó cada una de las cuatro plantas de tratamiento, teniendo citas previamente concertadas con cada uno de los jefes de planta, esto con la intención de instalar el software en cada una de los computadores y dar capacitación acerca del manejo y características del mismo, así como también se obtuvo la retroalimentación de los Jefes de Planta acerca de los posibles aspectos en los cuales se puede mejorar esta herramienta. Las siguientes son algunas de las ventanas que aparecen durante el uso del programa.

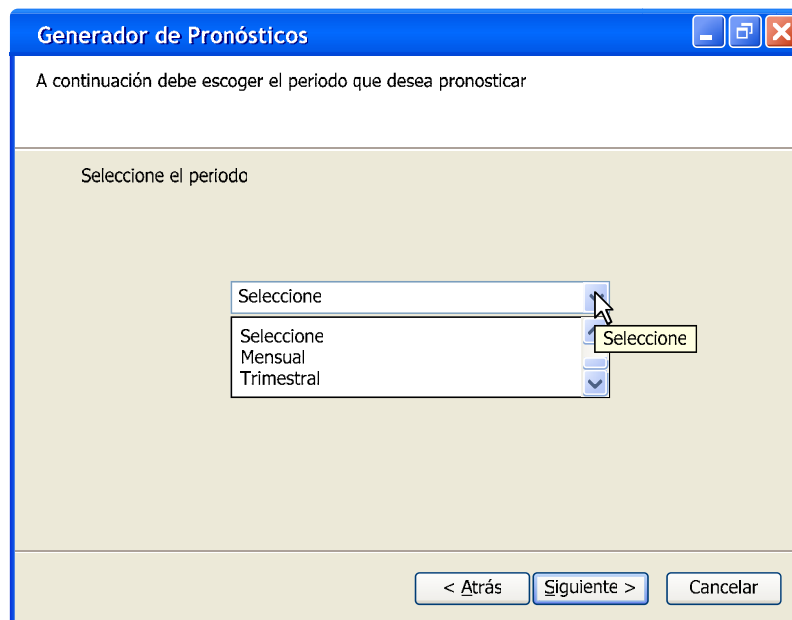
- \* En esta ventana se selecciona la planta de tratamiento para la cual se desea el pronóstico



- \* Ventana para seleccionar el insumo químico del cual se desea realizar el pronóstico



- \* En la siguiente ventana se selecciona el tamaño del periodo a pronosticar.



- \* Dependiendo del periodo seleccionado, se pueden presentar dos ventanas diferentes, si el periodo seleccionado es mensual, aparece la siguiente ventana:

The screenshot shows a dialog box titled "Generador de Pronósticos" with a blue header bar containing standard window controls. The main area has a light beige background and contains the text "Seleccione el periodo del año 2.005 para el cual va a generar el pronóstico" at the top. Below this, it says "Seleccione un solo periodo". There are two columns of checkboxes, each with a month name: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio in the first column; and Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre in the second column. The "Abril" checkbox is checked with a green checkmark. At the bottom right, there are three buttons: "< Atrás", "Siguiete >", and "Cancelar".

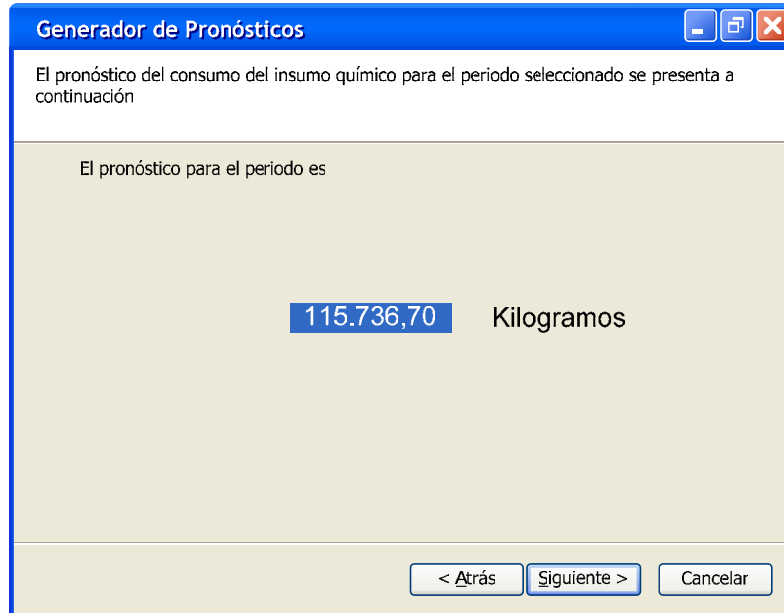
- \* Si el periodo seleccionado es Trimestral, aparece la siguiente ventana:

The screenshot shows a dialog box titled "Generador de Pronósticos" with a blue header bar containing standard window controls. The main area has a light beige background and contains the text "Seleccione el periodo del año 2.005 para el cual va a generar el pronóstico" at the top. Below this, it says "Seleccione un solo periodo". There are four checkboxes, each with a three-month period: "Enero - Marzo" (checked with a green checkmark), "Abril - Junio", "Julio - Septiembre", and "Octubre - Diciembre". At the bottom right, there are three buttons: "< Atrás", "Siguiete >", and "Cancelar".

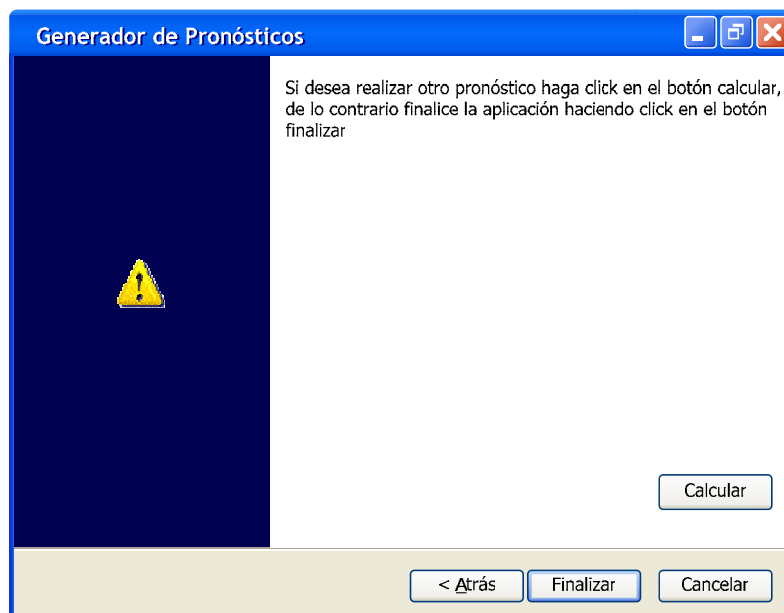
- \* Dentro del banco de datos de la aplicación, se incluyen los datos del consumo de insumos químicos por planta de tratamiento desde el año 2.000 hasta el año 2.004, el usuario puede seleccionar que años desea tener en cuenta.

- \* El software necesita ser alimentado con los datos del presente año 2.005, debido a que la información se viene presentando a medida que transcurre el tiempo.

- \* Una vez han sido correctamente ingresados los datos, la aplicación arroja el pronóstico.



- \* Luego de obtener el dato deseado, el usuario puede generar el pronóstico, o simplemente cerrar la aplicación.



Hay que destacar la necesidad de continuar el mantenimiento de esta herramienta desarrollada, buscando llegar a desarrollar una ayuda robusta para la administración de inventarios y que incluso permita generar el modelo de administración de inventarios.

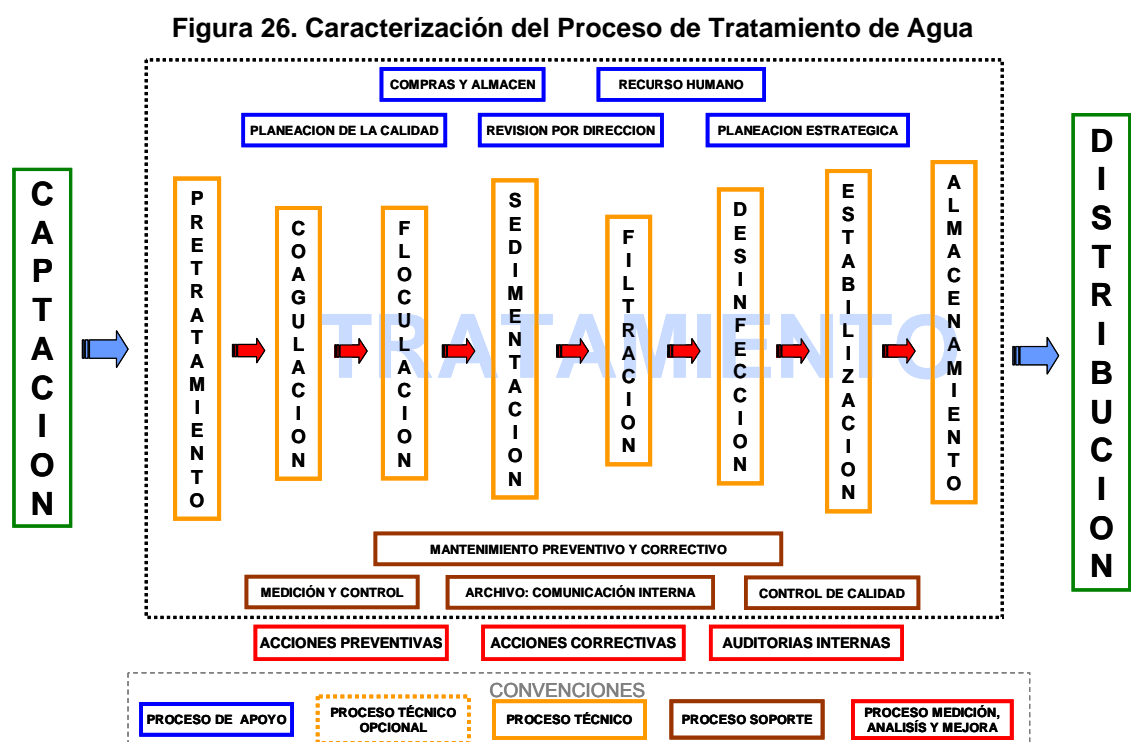
El desarrollo de esta aplicación permitió una mayor integración entre la División de Sistemas de Información y la División de Tratamiento, dejando a la vista diferentes necesidades de las plantas de tratamiento, que pueden ser solucionadas mediante herramientas informáticas y que pueden hacer mas eficiente la gestión de los funcionarios, así como garantizar un mayor aprovechamiento de la información disponible, para la generación de informes y la toma de decisiones.

#### **5.2.11 Sensibilización del personal**

En vista de la importancia de la colaboración del personal de las plantas de Tratamiento, en cada planta de Tratamiento se programaron reuniones semanales por parte del Gestor de Calidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., el objetivo de estas reuniones fue colaborar con la implementación del Sistema de Gestión de la Calidad exponiendo las generalidades de la norma ISO 9001:2000, sus lineamientos y requisitos. Con la colaboración del Gestor de Calidad se reservó un espacio dentro de cada charla para destacar la importancia de los procesos de apoyo. Los temas en las charlas tratados por el autor del proyecto fueron los siguientes:

- \* Cadena de Suministro
- \* Provisión de los recursos
- \* Control de inventarios
- \* Verificación del producto comprado
- \* Evaluación de proveedores externos
- \* Satisfacción del cliente
- \* Almacenamiento productos

Los temas anteriormente mencionados se enfocaron a destacar la importancia de los procesos de compras y administración de inventarios de insumos químicos como procesos de apoyo a las actividades desarrolladas al interior del proceso de Tratamiento de agua. A continuación en la Figura 24 se presenta la Caracterización del proceso de tratamiento de agua en donde se destaca la importancia de los procesos de apoyo en relación con Tratamiento.



Fuente. Sistema de Gestión de Calidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

El desarrollo de estas charlas fue de gran ayuda para el posterior proceso de recopilación de información e igualmente a la identificación de las necesidades y deficiencias del personal, ya que con la colaboración decidida del personal, se pudo avanzar positivamente en el desarrollo del proyecto. En el Anexo 31 se presenta el cronograma bajo el cual se fueron desarrollando las charlas.

### **5.2.12 Identificación de las especificaciones de los productos**

Teniendo en cuenta la necesidad de fortalecer el conocimiento de las características de los insumos químicos utilizados en las diferentes plantas de tratamiento de agua por parte de los operadores de planta de tratamiento quienes son los directos responsables de la recepción y revisión de los mismos, así como de su manipulación al interior de la planta de tratamiento. Para tal fin se diseñó una guía para el manejo de insumos químicos donde se incluyen aspectos como las características químicas, el tipo de empaque, el transporte adecuado, la documentación que debe venir junto con los productos, la forma de realizar el muestreo y las condiciones de almacenamiento que exige cada insumo químico.

El contenido del documento generado se revisó en compañía de los Jefes de Planta de Tratamiento y el Jefe de División Tratamiento y se aprobó la implementación en las diferentes plantas de tratamiento de agua. Una vez normalizado el documento de acuerdo con los requisitos de la NTC ISO 9001:2000, recibió el nombre de Guía Manejo de Insumos Químicos (ver Anexo 32) y se realizaron visitas a cada una de las plantas de tratamiento, donde previamente se habían programado reuniones informativas con los Operadores y Ayudantes de Planta de Tratamiento, en estas reuniones se presentó el documento a los asistentes y se explicó su objetivo, alcance y contenido por espacio de hora y media, luego de haber sido expuesto el documento, se realizó la retroalimentación del mismo y se decidió realizar su implementación dentro del Sistema de Gestión de la Calidad. Por medio de los Jefes de Planta, se recibieron los comentarios y correcciones pertinentes con lo cual se realizó la revisión del documento y su respectiva actualización.

### **5.2.13 Manejo de las bodegas de insumos químicos**

Como resultado de las visitas semanales a cada planta de tratamiento para realizar seguimiento a la administración de inventarios de insumos químicos y suministros, se puso en evidencia la necesidad de aclarar las funciones del

Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento, buscando facilitar el desarrollo de sus actividades, al mismo tiempo que se documentan para continuar con la colaboración a la implementación del Sistema de Gestión de Calidad.

La información se recopiló realizando observación directa de la forma como los ayudantes de operador de planta de tratamiento llevan a cabo sus actividades, al mismo tiempo que se consultaba a los Jefes de Planta de Tratamiento acerca de la forma como deben hacerlo. Este ejercicio se llevó a cabo en la totalidad de las plantas de tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. y se generó una guía llamada Manejo de Bodegas de Insumos Químicos, cuyo objetivo es estandarizar las actividades desarrolladas por estos funcionarios en el control de las existencias, la manipulación de los insumos, el orden y aseo en las bodegas y demás actividades relacionadas con el manejo operativo de los inventarios de insumos químicos en cada planta. En el Anexo 33 se puede observar esta guía.

Una vez generado el documento, se realizó la revisión del mismo por parte del Jefe de la División de Tratamiento, quien aprobó su contenido y sirvió de apoyo para realizar su implementación en las cuatro plantas de tratamiento. Nuevamente se recibieron sugerencias y aportes del personal de las plantas, lo cual fue de gran ayuda para llegar a obtener un documento que se ajuste a las necesidades de la División de Tratamiento y de la organización.

#### **5.2.14 Capacitación al personal**

En conjunto con la implementación del Sistema de Gestión de Calidad se detectaron necesidades de capacitación del personal con respecto a la operación en general de las plantas de tratamiento, para lo cual la organización contó con la colaboración del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en el desarrollo de las actividades de certificación de competencias laborales, comenzando con la capacitación en Operación de Sistemas de Potabilización de Agua dictada por

docentes del SENA. Aprovechando esta coyuntura el autor del proyecto solicitó al Subdirector del Centro de Comercio y Servicios del SENA la asignación de un docente para dictar un curso relacionado con el manejo de bodegas y almacenamiento de suministros y materiales.

Esta capacitación se llevó a cabo en las instalaciones del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. en el horario de 4:00 p.m. a 6:00 p.m., con una frecuencia de 2 días a la semana y con un total de 18 funcionarios asistentes. La totalidad de los funcionarios asistentes cumplieron con los requisitos de asistencia y de evaluación fijados por el SENA, por lo que obtuvieron el certificado de aprobación del curso. Estas actividades de capacitación dejaron ver el interés y el compromiso de personal por adquirir y reforzar sus conocimientos, además expresaron la sensación de abandono que venían sintiendo por parte de la organización desde años atrás, pues no se les visitaba con tanta frecuencia ni se organizaban actividades educativas para reforzar sus competencias.

#### **5.2.15 Capacitación en el manejo de los sistemas de información**

Durante el desarrollo del proyecto la División de Sistemas de Información del acueducto realizó el desarrollo del Módulo Sistema de Administración Financiero (SAFI) con el cual se busca llevar un control más preciso sobre las diferentes actividades de la organización y generar informes que permitan tener un apoyo para tomar decisiones de carácter administrativo. A la fecha de la finalización del proyecto, el Módulo SAFI se habilitó únicamente para la generación de los pedidos por parte de los Jefes de Planta de tratamiento, en vista del acercamiento logrado por el autor del proyecto con la División de Sistemas, asistió a la capacitación en el manejo del software y fue el encargado de replicar los conocimientos adquiridos a los Jefes de Planta.

Para tal fin se generó un instructivo para la generación de un pedido mediante el módulo SAFI, en donde se explica detalladamente los pasos a seguir a la hora de

generar un pedido, ya sea de insumos químicos o de suministros para la planta de tratamiento. Actualmente la División de Sistemas se encuentra trabajando en el desarrollo y mejora del software que permita un mayor aprovechamiento de los recursos informáticos que tiene a su disposición la organización. En el Anexo 34 se presenta el Instructivo generado.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 CONCLUSIONES

En esta sección se concluye sobre las actividades desarrolladas en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. en busca de la mejora de los procesos de compras y administración de inventarios de insumos químicos.

1. A partir del diagnóstico que se le hizo a la forma como se administraba el inventario de insumos químicos para abastecer el proceso de tratamiento, se encontró que la administración del inventario no contaba con ningún fundamento teórico que soportara la gestión de los insumos almacenados, en cuanto a qué cantidad pedir y el momento indicado en el cual se debía realizar este pedido, además no existía una forma de balancear la relación entre un buen nivel de servicio al cliente y unos costos adecuados a las condiciones de la empresa, razón por la cual se mantenían unos inventarios muy elevados, lo cual originaba una inversión ineficiente de los recursos financieros de la organización.
2. El punto crítico dentro de las condiciones de la administración del inventario en la organización, era que se contaba con un exceso de inventarios en los insumos químicos, como se pudo observar que el costo inventario a fin de mes de enero de 2.005 era de \$ 199.583.162,08 pesos, pero con la implementación del modelo y el seguimiento que se le ha hecho, se obtuvo que a final del primer trimestre del año 2.005 se redujo en \$ 26.392.284.64 pesos, teniendo a final del mes de marzo de 2.005 un inventario a fin de mes por un valor de \$ 166.190.877,44 pesos, lo cual refleja el sobre

abastecimiento del inventario que se venía presentando y una ocupación del espacio de las bodegas de las plantas de tratamiento, impidiendo el aprovechamiento de estos recursos para las demás actividades de la empresa.

3. Con la implementación del modelo propuesto se logró disminuir considerablemente los costos de la administración del inventario de insumos químicos, reduciendo estos costos en un 27%, sin disminuir el nivel del servicio al cliente, el cual se mantuvo en el 100%.
4. Se documentaron las actividades relacionadas con el proceso de compra y administración de inventarios de insumos químicos para el proceso de tratamiento de acuerdo con los requisitos de la NTC ISO 9001:2000. Se generaron los documentos necesarios para garantizar la verificación de los productos comprados y la información de las compras.
5. Se detectaron necesidades de capacitación del personal involucrado en las compras y el manejo de inventarios de insumos químicos y suministros las cuales fueron remediadas con la colaboración de personal de la organización y cuando se hizo necesario, se recurrió a personal externo, logrando llenar las expectativas de los funcionarios y logrando una gran aceptación a las charlas y cursos dictados.
6. Se implementó satisfactoriamente el Sistema de Gestión de la Calidad en la División de Suministros y Apoyo Logístico, logrando que el personal se familiarizara con los requisitos de la norma ISO 9001:2000, así mismo, se logró despertar en el personal la cultura de la calidad.

## 6.2 RECOMENDACIONES

Las siguientes son sugerencias que se presentan a la organización, con la intención de asegurar la continuidad del trabajo realizado y la mejora continua de los procesos revisados.

1. Se recomienda continuar con el seguimiento realizado al modelo de pronósticos, con el fin de monitorear las desviaciones que se estén presentando y realizar las correcciones y los ajustes necesarios, hasta lograr tener un pronóstico lo más representativo posible del consumo de insumos químicos para el proceso de tratamiento del agua.
2. Continuar con la implementación gradual del modelo propuesto inicialmente, revisar la información con la cual se alimenta y poder plantear nuevos objetivos que le permitan tener una relación más beneficiosa entre los costos de administrar el inventario y el nivel de servicio al cliente que desee tener.
3. Se recomienda implementar esta metodología en la sección de Almacén General de la organización, donde se manejan diversos materiales y suministros necesarios para el desarrollo de las demás actividades relacionadas con la prestación del servicio, esto con el propósito de sustentar la gestión de los inventarios allí realizada, buscando reducir los costos de administración y en la cifra del inventario a fin de mes.
4. Se debe tener en cuenta que periódicamente se debe hacer una revisión del modelo de control del inventario, teniendo en cuenta las variaciones del consumo de insumos químicos, para así aumentar la confiabilidad de la información manejada.
5. Se recomienda continuar con el desarrollo de las herramientas informáticas para la División de Tratamiento, con el fin de lograr adaptarlas de la mejor

manera posible a las necesidades de las plantas de tratamiento y extender esta práctica a las demás dependencias de la organización, con el fin de aprovechar al máximo el personal y los recursos de la División de Sistemas.

6. Se debe continuar con las reuniones periódicas con el personal, ya que de esta manera se cuenta con un personal comprometido y capacitado que puede ser de gran ayuda a la hora de emprender diferentes proyectos en busca de la mejora continua de la organización.

# Anexo 1. Formato Pedido

Y

Página 1 de 1  
 F SL 704 - 001  
 12-May-05  
 07:50:34a.m.  
 REV.:0

## ACUEDUCTO METROPOLITANO DE B/M SISTEMA ADMINISTRATIVO FINANCIERO / ALMACEN GENERAL PEDIDO No. 004292

**Solicita** YASMIRI ACEVEDO

**C.Costos :** 43010304 PLANTA BOSCONIA

**Observación** PARA PLANTA BOSCONIA

CODIGO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD
MQ00015	COLOR LIQUIDO EN CILINDRO DE 900 K.	KIL	5.00

Aprobado por el solicitante  
 Aprobado por el almacén  
 Aprobado por el departamento de compras  
 Aprobado por el departamento de finanzas  
 Aprobado por el departamento de logística  
 Aprobado por el departamento de mantenimiento  
 Aprobado por el departamento de seguridad  
 Aprobado por el departamento de sistemas de información  
 Aprobado por el departamento de transporte  
 Aprobado por el departamento de recursos humanos  
 Aprobado por el departamento de relaciones públicas  
 Aprobado por el departamento de servicios legales  
 Aprobado por el departamento de servicios médicos  
 Aprobado por el departamento de servicios de limpieza  
 Aprobado por el departamento de servicios de alimentación  
 Aprobado por el departamento de servicios de alojamiento  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte terrestre  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte aéreo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte marítimo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte multimodal  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por carretera  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte ferroviario  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por agua  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por aire  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio exterior  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio subterráneo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio acuático  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio terrestre  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio aéreo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio marítimo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio espacial  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio subterráneo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio acuático  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio terrestre  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio aéreo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio marítimo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio espacial

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
COLOR LIQUIDO EN CILINDRO DE 900 K.	5.00	KIL		

Aprobado por el solicitante  
 Aprobado por el almacén  
 Aprobado por el departamento de compras  
 Aprobado por el departamento de finanzas  
 Aprobado por el departamento de logística  
 Aprobado por el departamento de mantenimiento  
 Aprobado por el departamento de seguridad  
 Aprobado por el departamento de sistemas de información  
 Aprobado por el departamento de transporte  
 Aprobado por el departamento de recursos humanos  
 Aprobado por el departamento de relaciones públicas  
 Aprobado por el departamento de servicios legales  
 Aprobado por el departamento de servicios médicos  
 Aprobado por el departamento de servicios de limpieza  
 Aprobado por el departamento de servicios de alimentación  
 Aprobado por el departamento de servicios de alojamiento  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte terrestre  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte aéreo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte marítimo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte multimodal  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por carretera  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte ferroviario  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por agua  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por aire  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio exterior  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio subterráneo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio acuático  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio terrestre  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio aéreo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio marítimo  
 Aprobado por el departamento de servicios de transporte por espacio espacial

**Solicitante:** \_\_\_\_\_

**Aprobado:** \_\_\_\_\_

CONTROLA SGC



### Anexo 3. Formato Matriz Comparativa

Pág. 1 de 1		<b>MATRIZ COMPARATIVA</b>					
F SL 704-005							
Rev.: 0							
<b>DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO</b>							
DESCRIPCIÓN		PROVEEDOR 1		PROVEEDOR 2		PROVEEDOR 3	
TIPO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>SUBTOTAL</b>							
<b>IVA 16%</b>							
<b>TOTAL</b>							


Controla SGC

## Anexo 4. Formato Orden de Compra

<b>ORDEN DE COMPRA</b>				8852	Diag. 32 No. 30A-51 Tels: 632 0220 - 632 3448 Fax: 632 3457 NIT: 890.200.162-2	 <b>amb</b> <small>ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A E.S.P.</small>
FECHA:	DIA	MES	AÑO	PEDIDO No:		
Señores NIT. Dirección:				Tel: Fax:	DESTINO	
De acuerdo con su cotización y a nuestro cargo, sírvanse despachar los artículos que a continuación se indican. Los que serán entregados.						
CÓDIGO	ARTÍCULOS	UNIDAD	VR. UNITARIO	P E D I D O		
				CANTIDAD	VALOR TOTAL	
GARANTÍAS : _____			<b>SUBTOTAL</b>	\$		
_____			<b>I . V . A .</b>			
_____			<b>TOTAL</b>	\$		
AUTORIZACIÓN DIVISIÓN _____				AUTORIZACIÓN GERENCIA _____		
<b>ENTREGADA</b>			<b>RESPONSABLE</b>			
Fecha _____			RECIBÍ a entera satisfacción en cuanto a calidad, precio, cantidad y demás especificaciones técnicas todos y cada uno de los elementos a que se refiere la presente Orden.			
NOTA : 1a Para el pago de esta Orden sírvase presentarse en Adquisiciones del amb con su factura por duplicado, junto con la copia amarilla de ésta Orden.			NOMBRE _____			
2a Es necesario presentar una factura por cada orden.			FIRMA _____			
			C.C. No. _____ DE _____			
<b>ASIGNACIÓN PRESUPUESTAL</b>			<b>CÓDIGO CONTABLE</b>			
Cp No. _____ CR _____			<b>DEBE</b>			
Fecha _____			<b>HABER</b>			
Código Presupuesto _____						
Código Contable _____						
Fecha _____						
Código Tesorería _____						
Vir. A pagar _____						
FIRMA PRESUPUESTO _____						
FIRMA CONTABLE _____						



## Anexo 6. Control de Insumos Químicos

Pág 1 de 2 F PT 705-001 Rev.: 0	<b>FORMATO</b> <b>CONTROL DE INSUMOS QUIMICOS</b>	
<b>PLANTA DE TRATAMIENTO</b>		

<b>Planta:</b>	<b>Insumo:</b>
<b>Bodega:</b>	<b>Mes:</b> <span style="float: right;"><b>Año:</b></span>

SALDO MES ANTERIOR							OBSERVACIONES
Día	Turno	ENTRADAS	TRASLADOS	CONSUMOS	SALDO	RESPONSABLE	
						(Nombre)	
1	1						
	2						
	3						
2	1						
	2						
	3						
3	1						
	2						
	3						
4	1						
	2						
	3						
5	1						
	2						
	3						
6	1						
	2						
	3						
7	1						
	2						
	3						
8	1						
	2						
	3						
9	1						
	2						
	3						
10	1						
	2						
	3						
11	1						
	2						
	3						
12	1						
	2						
	3						
13	1						
	2						
	3						
14	1						
	2						
	3						
15	1						
	2						
	3						

## Anexo 7. Certificado de Calidad

 <b>PRODUCTOS QUÍMICOS PANAMERICANOS S.A.</b> <b>PLANTA TOCANCIPÁ</b>					
<b>DIVISIÓN CONTROL DE CALIDAD</b>					
<b>FECHA DE DESPACHO</b>		<b>HORA</b>		<b>REMISIÓN</b>	
Abril 6, 2004		10:54:17 a.m.		20989	
<b>PLACA</b>		<b>CANTIDAD</b>		<b>LOTE</b>	
VXF 199		4,000	Kg Netos	SBS040211	
<b>CERTIFICADO DE CALIDAD</b>					
<b>PRODUCTO: SULFATO DE ALUMINIO SÓLIDO TIPO B</b>					
<b>CLIENTE</b>					
<b>ACUEDUCTO BUCARAMANGA</b>					
<b>ANÁLISIS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Peso	NTC-531 QUINTA REVISION	15.51	15.20 mín	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%Peso		1.97	2,0 máx	
Insolubles	%Peso		5.16	8,0 máx	
Bacisidad	%		0.099	0,05 mín	
GRANULOMETRÍA					
MALLA 4	% Retenido		0.00	0,0 mín	
MALLA 10	% Retenido		2.60	10,0 máx	
MALLA 100	% Retenido		91.5	90,0 mín	
PLATO	% Retenido		5.90	10,0 máx	
 _____ X JEFE CONTROL DE CALIDAD					

## Anexo 8. Certificado de Control de Calidad



### DEPARTAMENTO DE CONTROL CALIDAD AGUAS

**FECHA:** MAYO 18 DE 2005  
**PLANTA:** MORRORICO  
**PRODUCTO QUÍMICO:** CAL APAGADA  
**REMISION No:** 9016  
**PROVEEDOR:** DISTRICEMENTOS ROCA  
**FECHA LLEGADA PRODUCTO:** ABRIL 1 DE 2005  
**CANTIDAD:** 3000 Kg  
**MUESTRA TOMADA POR:** ESAÚ PLATA  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA:** ABRIL 22 DE 2005  
**FECHA DE RECEPCION EN LABORATORIO:** ABRIL 23 DE 2005

### REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETRO	NORMA	RESULTADO	REQUISITO	UNIDADES
OXIDO DE CALCIO	NTC 1398	69,55	62 Min	% CaO

F065 Rev.0 2005-05-18

"Estos resultados son válidos únicamente para la muestra analizada. Prohibida su reproducción sin la aprobación escrita del Departamento de Control Calidad Aguas."

OBSERVACIONES: NINGUNA

Revisó y Aprobó:

  
Carlos Manuel Parra Gómez  
Jefe Dpto de Control Calidad Aguas

Pag. 1-1

## Anexo 9. Encuesta Jefes de Planta

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

La presente encuesta tiene como propósito determinar la forma como se manejan las existencias de insumos químicos y suministros en las diferentes plantas de tratamiento.

#	PREGUNTA	FRECUENCIA			
		N	P	F	S
1	De todos los insumos químicos con que se abastece el proceso de tratamiento de agua, sabe cuales son los mas críticos?				
2	Sabe cuales son los insumos químicos y suministros que le representan un mayor costo a la empresa?				
3	Antes de diligenciar un pedido consulta que las cantidades que tiene en stock y las que desea ordenar son las adecuadas?				
4	Emplea algún método que le evite ordenar una menor cantidad de insumos químicos y/o suministros que no alcancen a suplir los requerimientos de un periodo?				
5	Utiliza algún procedimiento que le evite ordenar insumos químicos y/o suministros en exceso, mas de lo que realmente se necesita para un periodo?				
6	Tiene alguna técnica para saber la cantidad óptima de unidades que debe pedir de un insumo químico y/o suministro?				
7	Maneja algún método de identificación que le permita conocer la cantidad de unidades de un producto que tiene en stock en un momento dado?				
8	Conoce el tiempo promedio que se demoran los proveedores en entregarle los bienes solicitados?				
9	Utiliza inventarios de seguridad para evitar quedarse sin existencia de insumos químicos y/o suministros?				
10	Que tan a menudo cumple los inventarios de seguridad que se ha propuesto?				
11	Después de realizar una requisición de insumos químicos y/o suministros y antes de que llegue el pedido, con que frecuencia espera que tenga existencias para abastecer el proceso de tratamiento?				
12	El inventario que mantiene en stock garantiza el suministro de insumos químicos y/o suministros a tratamiento?				
13	Conoce el nivel mínimo de almacenamiento para cada referencia?				
14	Cuando recibe mercancía, puede estimar el tiempo que transcurrirá antes de tener que ordenar otra vez el mismo producto?				
15	Conoce la tasa de consumo promedio para cada producto?				
16	Aplica alguna clasificación, orden o categoría de ubicación de los materiales?				
17	Identifica los materiales antes de ingresarlos a la bodega o almacén? (código, color, etc.)				
18	Conoce el costo de almacenamiento de los productos?				
<b>TOTALES</b>					
<b>N: Nunca P: Pocas veces F: Frecuentemente S: Siempre</b>					

### Anexo 10. Listado de documentos generados y normalizados

<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>TIPO</b>	<b>DEPENDENCIA</b>
F AG 704-001	Entrada	FORMATO	Almacén General
F AG 704-002	Despacho	FORMATO	Almacén General
F AG 704-003	Reintegro	FORMATO	Almacén General
F AG 704-004	Reintegro de Elementos, Equipos y Otros	FORMATO	Almacén General
F AG 704-005	Acta de entrega de Materiales	FORMATO	Almacén General
F AG 704-006	Acta de Entrega y Recibo de Materiales en Horas no Hábiles	FORMATO	Almacén General
F AG 704-007	Entrada de almacén	FORMATO	Almacén General
F AG 704-008	Inspección de Productos y/o Materiales	FORMATO	Almacén General
F AG 704-009	Planilla de inventario General o parcial del almacén	FORMATO	Almacén General
F AG 704-010	Movimiento de productos químicos para tratamiento	FORMATO	Almacén General
F AG 704-011	Artículos con existencias insuficientes	FORMATO	Almacén General
F AG 704-012	Salida de Almacén	FORMATO	Almacén General
F AG 704-013	Reintegro de Materiales	FORMATO	Almacén General
F AG 704-014	Reporte de no conformidades de producto	FORMATO	Almacén General
F SL 704-001	Pedido	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-002	Orden de Compra - Sistema	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-003	Orden de Compra	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-004	Solicitud de cotización	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-005	Matriz comparativa	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-006	Listado de proveedores potenciales	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-007	Observación de insumos y suministros	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico

<b>CODIGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>TIPO</b>	<b>DEPENDENCIA</b>
F SL 704-008	Aprobación de insumos y suministros	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-009	Rechazo de insumos y suministros	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-010	Autorización de Despacho para Contratos	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-011	Movimiento semanal de contratos y compras directas	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-012	Orden de prestación de servicios	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-013	Cuenta de cobro	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-014	Evaluación de proveedores	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
F SL 704-015	Relación de insumos faltantes	FORMATO	División Suministros y Apoyo Logístico
G AG 704-001	Manejo de Almacén General	GUIA	Almacén General
G PT 705-001	Manejo de Bodegas de insumos químicos en la planta de tratamiento	GUÍA	Plantas de Tratamiento
G TR 705-001	Manejo de insumos químicos	GUÍA	División Tratamiento
I SL 704-001	Registro y actualización de proveedores potenciales	INSTRUCTIVO	División Suministros y Apoyo Logístico
I SL 704-002	Trámite de órdenes de suministro	INSTRUCTIVO	División Suministros y Apoyo Logístico
I SL 704-003	Pago de anticipos	INSTRUCTIVO	División Suministros y Apoyo Logístico
I SL 704-004	Legalización de documentos para pago de órdenes de suministro	INSTRUCTIVO	División Suministros y Apoyo Logístico
I SL 704-005	Pago de saldos de adquisiciones	INSTRUCTIVO	División Suministros y Apoyo Logístico
I SL 704-006	Compras de contado	INSTRUCTIVO	División Suministros y Apoyo Logístico
I SL 704-007	Generación de un pedido mediante sistema SAFI	INSTRUCTIVO	División Suministros y Apoyo Logístico
I SL 704-008	Evaluación de proveedores	INSTRUCTIVO	División Suministros y Apoyo Logístico
I TR 705-008	Cálculo del pronóstico de consumo de insumos químicos para un periodo	INSTRUCTIVO	División Tratamiento
I TR 705-009	Revisión del modelo de administración de inventarios de insumos químicos	INSTRUCTIVO	División Tratamiento
P DC 705-001	Contratación para solicitud privada de ofertas	PROCEDIMIENTO	División Contratación

### Anexo 11. Listado de productos del proceso de tratamiento

DESCRIPCIÓN	MEDIDA	COSTO UNITARIO
Sulfato de Aluminio Granular Tipo B	Kilo	\$ 462,84
Sulfato de Aluminio Líquido Tipo B	Kilo	\$ 344,52
Cal Apagada	Kilo	\$ 267,24
Polímero Coagulante CITEC C579	Kilo	\$ 3.956,56
Cloro Líquido	Kilo	\$ 1.755,36
Reactivos de laboratorio	Unidad	\$ 279.800,00
Guantes de Cirugía Talla M	Caja x 100	\$ 10.996,80
Guantes de Cirugía Talla L	Caja x 100	\$ 10.996,80
Guantes de Nitrilo Talla M	Caja x 100	\$ 56.975,72
Guantes de Nitrilo Talla L	Caja x 100	\$ 56.975,72
Vasos de Precipitado Nalgene 25 mL	Unidad	\$ 6.471,00
Vasos de Precipitado Nalgene 100 mL	Unidad	\$ 9.754,00
Vasos de Precipitado Nalgene 500 mL	Unidad	\$ 13.597,00
Vasos de Precipitado Nalgene 1000 mL	Unidad	\$ 16.096,00
Probetas 25 mL	Unidad	\$ 7.356,00
Probetas 50 mL	Unidad	\$ 9.220,00
Probetas 100 mL	Unidad	\$ 13.450,00
Probetas 500 mL	Unidad	\$ 19.442,00
Probetas 1000 mL	Unidad	\$ 21.880,00
Pipetas Graduadas 5 mL	Unidad	\$ 12.760,00
Pipetas Graduadas 10 mL	Unidad	\$ 13.920,00
Frascos Estériles para Toma de Muestras	Unidad	\$ 850,00
Goterros Plásticos Nalgene	Unidad	\$ 7.986,00
Filtros de Papel Microfibra 110 mm	Caja x 100	\$ 16.240,00
Lápices Vidriográficos	Caja x 12	\$ 24.780,00
Batas de Laboratorio	Unidad	\$ 15.660,00

**Anexo 12. Costo del inventario de insumos químicos y suministros – Año 2.004**

DESCRIPCIÓN	MEDIDA	TIPO	PRECIO DE COMPRA	CONSUMO	TOTAL	% DEL TOTAL
Sulfato de Aluminio Granular Tipo B	Kilo	A	\$ 568,40	1268607	\$ 721.076.218,80	62,8836%
Cloro Líquido	Kilo	A	\$ 1.755,36	138660	\$ 243.398.217,60	21,2263%
Polímero Coagulante CITEC C579	Kilo	B	\$ 3.956,56	14690	\$ 58.121.866,40	5,0687%
Sulfato de Aluminio Líquido Tipo B	Kilo	B	\$ 344,52	215000	\$ 74.071.800,00	6,4596%
Cal Apagada	Kilo	B	\$ 267,24	150545	\$ 40.231.645,80	3,5085%
Reactivos de laboratorio	Unidad	C	\$ 279.800,00	10	\$ 2.798.000,00	0,2440%
Guantes de Nitrilo Talla L	Caja x 100	C	\$ 56.975,72	16	\$ 911.611,52	0,0795%
Guantes de Nitrilo Talla M	Caja x 100	C	\$ 56.975,72	16	\$ 911.611,52	0,0795%
Batas de Laboratorio	Unidad	C	\$ 15.660,00	44	\$ 689.040,00	0,0601%
Vasos de Precipitado Nalgene 1000 mL	Unidad	C	\$ 16.096,00	32	\$ 515.072,00	0,0449%
Pipetas Graduadas 5 mL	Unidad	C	\$ 12.760,00	40	\$ 510.400,00	0,0445%
Vasos de Precipitado Nalgene 500 mL	Unidad	C	\$ 13.597,00	32	\$ 435.104,00	0,0379%
Probetas 100 mL	Unidad	C	\$ 13.450,00	32	\$ 430.400,00	0,0375%
Probetas 1000 mL	Unidad	C	\$ 21.880,00	16	\$ 350.080,00	0,0305%
Goteros Plásticos Nalgene	Unidad	C	\$ 7.986,00	40	\$ 319.440,00	0,0279%
Probetas 500 mL	Unidad	C	\$ 19.442,00	16	\$ 311.072,00	0,0271%
Pipetas Graduadas 10 mL	Unidad	C	\$ 13.920,00	20	\$ 278.400,00	0,0243%
Probetas 50 mL	Unidad	C	\$ 9.220,00	22	\$ 202.840,00	0,0177%
Guantes de Cirugía Talla L	Caja x 100	C	\$ 10.996,80	16	\$ 175.948,80	0,0153%
Guantes de Cirugía Talla M	Caja x 100	C	\$ 10.996,80	16	\$ 175.948,80	0,0153%
Filtros de Papel Microfibra 110 mm	Caja x 100	C	\$ 16.240,00	10	\$ 162.400,00	0,0142%
Vasos de Precipitado Nalgene 100 mL	Unidad	C	\$ 9.754,00	16	\$ 156.064,00	0,0136%
Probetas 25 mL	Unidad	C	\$ 7.356,00	20	\$ 147.120,00	0,0128%
Vasos de Precipitado Nalgene 25 mL	Unidad	C	\$ 6.471,00	16	\$ 103.536,00	0,0090%
Frascos Estériles para Toma de Muestras	Unidad	C	\$ 850,00	120	\$ 102.000,00	0,0089%
Lápices Vidriográficos	Caja x 12	C	\$ 24.780,00	4	\$ 99.120,00	0,0086%
<b>TOTAL</b>					\$ 1.146.684.957,24	100,00%

**Anexo 13. Costo de inventario de insumos químicos tipo A y tipo B a fin de enero de 2.005**

Referencia	Tipo	Medida	Inventario Inicial	Entradas Totales	Salidas Totales	Inventario Final	Costo Unitario	Costo Total
Sulfato de Aluminio Granular Tipo B	A	Kilo	254035	70000	103310	220725	\$ 568,40	\$ 125.460.090,00
Cloro Líquido	A	Kilo	22113	10800	9655	23258	\$ 1.755,36	\$ 40.826.162,88
Sulfato de Aluminio Líquido Tipo B	B	Kilo	0	0	0	0	\$ 344,52	\$ 0,00
Polímero Coagulante CYTEC C579	B	Kilo	6125	2640	1220	7545	\$ 3.956,56	\$ 29.852.245,20
Cal Apagada	B	Kilo	30425	0	11825	18600	\$ 267,24	\$ 4.970.664,00
<b>TOTAL</b>								\$ 201.109.162,08

### Anexo 14. Evaluación modelo suavizamiento exponencial con tendencia

AÑO	TRIMESTRE	VALOR REAL	ULTIMA TENDENCIA	TENDENCIA ESTIMADA	PRONOSTICO SUAVIZADO EXPONENCIAL	ERROR DEL PRONÓSTICO	RSFE	DESVIACIÓN ABSOLUTA	DESVIACIÓN ABSOLUTA ACUMULADA	MAD	TS
2000	1	335101		10,00	380010,00	-44909,00	-44909,00	44909,00	44909,00	44909	-1,00
2000	2	282288	-13462,70	-3358,18	363179,13	-80891,13	-125800,13	80891,13	125800,13	62900	-2,00
2000	3	350371	-27625,51	-9425,01	329486,78	20884,22	-104915,90	20884,22	146684,35	48895	-2,15
2000	4	371174	-3159,74	-7858,69	327893,35	43280,65	-61635,26	43280,65	189964,99	47491	-1,30
2001	1	285244	5125,50	-4612,64	336264,90	-51020,90	-112656,16	51020,90	240985,90	48197	-2,34
2001	2	355023	-19918,91	-8439,21	312519,42	42503,58	-70152,58	42503,58	283489,48	47248	-1,48
2001	3	412725	4311,86	-5251,44	320019,05	92705,95	22553,37	92705,95	376195,43	53742	0,42
2001	4	476013	22560,34	1701,50	349532,34	126480,66	149034,03	126480,66	502676,09	62835	2,37
2002	1	338356	39645,70	11187,55	398664,09	-60308,09	88725,94	60308,09	562984,18	62554	1,42
2002	2	507075	-6904,87	6664,45	387236,11	119838,89	208564,84	119838,89	682823,07	68282	3,05
2002	3	264230	42616,11	15652,36	438840,14	-174610,14	33954,70	174610,14	857433,21	77948	0,44
2002	4	339385	-36730,68	2556,60	389013,70	-49628,70	-15674,00	49628,70	907061,91	75588	-0,21
2003	1	389945	-12332,01	-1165,55	372959,54	16985,46	1311,46	16985,46	924047,37	71081	0,02
2003	2	391790	3930,09	108,36	378163,54	13626,46	14937,92	13626,46	937673,83	66977	0,22
2003	3	377950	4196,30	1130,34	383381,82	-5431,82	9506,10	5431,82	943105,65	62874	0,15
2003	4	517470	-499,20	722,96	382475,23	134994,77	144500,87	134994,77	1078100,42	67381	2,14
2004	1	295858	41221,39	10847,57	433821,23	-137963,23	6537,64	137963,23	1216063,65	71533	0,09
2004	2	436602	-30541,40	500,32	392932,58	43669,42	50207,06	43669,42	1259733,06	69985	0,72
2004	3	331123	13601,15	3775,53	409808,94	-78685,94	-28478,88	78685,94	1338419,00	70443	-0,40
2004	4	508919	-19830,25	-2125,92	384077,24	124841,76	96362,88	124841,76	1463260,76	73163	1,32

RSFE: Running Sum of Forecast Errors (Sumatoria de errores en los pronósticos)

MAD: Mean Absolute Deviation (Desviación Media Absoluta)

TS: Tracking Signal (Señal de rastreo)

## Anexo 15. Evaluación modelo suavizamiento exponencial ajustado estacionalmente

AÑO	TRIMESTRE	VALOR REAL	VALOR AJUSTADO ESTACIONAL	PRONOSTICO AJUSTADO ESTACIONAL	PRONÓSTICO ACTUAL	ERROR DEL PRONÓSTICO	RSFE	DESVIACIÓN ABSOLUTA	DESVIACIÓN ABSOLUTA ACUMULADA	MAD	TS
2000	1	335101	385464,14	380000,00	330350,78	4750,22	4750,22	4750,22	4750,22	4750	1,00
2000	2	282288	270680,77	381721,21	398090,04	-115802,04	-111051,81	115802,04	120552,26	60276	-1,84
2000	3	350371	381699,70	346825,43	318359,10	32011,90	-79039,91	32011,90	152564,16	50855	-1,55
2000	4	371174	317283,13	356227,18	416732,74	-45558,74	-124598,65	45558,74	198122,90	49531	-2,52
2001	1	285244	328114,01	342899,27	298097,48	-12853,48	-137452,13	12853,48	210976,38	42195	-3,26
2001	2	355023	340425,02	336597,23	351031,07	3991,93	-133460,19	3991,93	214968,31	35828	-3,73
2001	3	412725	449629,13	335936,51	308363,91	104361,09	-29099,10	104361,09	319329,40	45618	-0,64
2001	4	476013	406900,52	369940,63	432775,43	43237,57	14138,46	43237,57	362566,97	45321	0,31
2002	1	338356	389208,34	381479,34	331636,83	6719,17	20857,63	6719,17	369286,14	41032	0,51
2002	2	507075	486224,88	384364,71	400846,90	106228,10	127085,74	106228,10	475514,24	47551	2,67
2002	3	264230	287856,34	417017,33	382789,87	-118559,87	8525,87	118559,87	594074,11	54007	0,16
2002	4	339385	290109,59	378426,19	442702,27	-103317,27	-94791,41	103317,27	697391,39	58116	-1,63
2003	1	389945	448550,78	350763,62	304934,30	85010,70	-9780,71	85010,70	782402,08	60185	-0,16
2003	2	391790	375680,22	380398,98	396711,11	-4921,11	-14701,82	4921,11	787323,20	56237	-0,26
2003	3	377950	411744,70	379211,79	348087,29	29862,71	15160,90	29862,71	817185,91	54479	0,28
2003	4	517470	442338,37	389688,09	455877,02	61592,98	76753,88	61592,98	878778,90	54924	1,40
2004	1	295858	340323,22	406989,36	353813,82	-57955,82	18798,06	57955,82	936734,72	55102	0,34
2004	2	436602	418649,62	387495,70	404112,15	32489,85	51287,91	32489,85	969224,56	53846	0,95
2004	3	331123	360730,63	397815,38	365163,95	-34040,95	17246,96	34040,95	1003265,51	52803	0,33
2004	4	508919	435028,89	387107,18	452857,74	56061,26	73308,22	56061,26	1059326,78	52966	1,38

RSFE: Running Sum of Forecast Errors (Sumatoria de errores en los pronósticos)

MAD: Mean Absolute Deviation (Desviación Media Absoluta)

TS: Tracking Signal (Señal de rastreo)

**Anexo 16. Pronóstico insumos químicos tipo A y B de las plantas de tratamiento para el primer trimestre del año 2.005**

<b>PLANTA</b>	<b>INSUMO</b>	<b>TIPO</b>	<b>PRONÓSTICO PRIMER TRIMESTRE 2.005 (Kilos)</b>
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	115737
	Cloro Líquido	A	8892
	Cal Apagada	B	9841
	Polímero	B	537
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	107415
	Cloro Líquido	A	14221
	Cal Apagada	B	11738
	Polímero	B	1732
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	45079
	Cloro Líquido	A	7261
	Cal Apagada	B	2372
	Polímero	B	1699
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	97267
	Cloro Líquido	A	6850
	Cal Apagada	B	26392
	Polímero	B	218

**Anexo 17. Costo del inventario de insumos químicos y suministros. Año 2.004**

DESCRIPCIÓN	MEDIDA	TIPO	PRECIO DE COMPRA	CONSUMO	TOTAL	% DEL TOTAL
Sulfato de Aluminio Granular Tipo B	Kilo	A	\$ 568,40	1268607	\$ 721.076.218,80	62,8836%
Cloro Líquido	Kilo	A	\$ 1.755,36	138660	\$ 243.398.217,60	21,2263%
Polímero Coagulante CITEC C579	Kilo	B	\$ 3.956,56	14690	\$ 58.121.866,40	5,0687%
Sulfato de Aluminio Líquido Tipo B	Kilo	B	\$ 344,52	215000	\$ 74.071.800,00	6,4596%
Cal Apagada	Kilo	B	\$ 267,24	150545	\$ 40.231.645,80	3,5085%
Reactivos de laboratorio	Unidad	C	\$ 279.800,00	10	\$ 2.798.000,00	0,2440%
Guantes de Nitrilo Talla L	Caja x 100	C	\$ 56.975,72	16	\$ 911.611,52	0,0795%
Guantes de Nitrilo Talla M	Caja x 100	C	\$ 56.975,72	16	\$ 911.611,52	0,0795%
Batas de Laboratorio	Unidad	C	\$ 15.660,00	44	\$ 689.040,00	0,0601%
Vasos de Precipitado Nalgene 1000 mL	Unidad	C	\$ 16.096,00	32	\$ 515.072,00	0,0449%
Pipetas Graduadas 5 mL	Unidad	C	\$ 12.760,00	40	\$ 510.400,00	0,0445%
Vasos de Precipitado Nalgene 500 mL	Unidad	C	\$ 13.597,00	32	\$ 435.104,00	0,0379%
Probetas 100 mL	Unidad	C	\$ 13.450,00	32	\$ 430.400,00	0,0375%
Probetas 1000 mL	Unidad	C	\$ 21.880,00	16	\$ 350.080,00	0,0305%
Goteros Plásticos Nalgene	Unidad	C	\$ 7.986,00	40	\$ 319.440,00	0,0279%
Probetas 500 mL	Unidad	C	\$ 19.442,00	16	\$ 311.072,00	0,0271%
Pipetas Graduadas 10 mL	Unidad	C	\$ 13.920,00	20	\$ 278.400,00	0,0243%
Probetas 50 mL	Unidad	C	\$ 9.220,00	22	\$ 202.840,00	0,0177%
Guantes de Cirugía Talla L	Caja x 100	C	\$ 10.996,80	16	\$ 175.948,80	0,0153%
Guantes de Cirugía Talla M	Caja x 100	C	\$ 10.996,80	16	\$ 175.948,80	0,0153%
Filtros de Papel Microfibra 110 mm	Caja x 100	C	\$ 16.240,00	10	\$ 162.400,00	0,0142%
Vasos de Precipitado Nalgene 100 mL	Unidad	C	\$ 9.754,00	16	\$ 156.064,00	0,0136%
Probetas 25 mL	Unidad	C	\$ 7.356,00	20	\$ 147.120,00	0,0128%
Vasos de Precipitado Nalgene 25 mL	Unidad	C	\$ 6.471,00	16	\$ 103.536,00	0,0090%
Frascos Estériles para Toma de Muestras	Unidad	C	\$ 850,00	120	\$ 102.000,00	0,0089%
Lápices Vidriográficos	Caja x 12	C	\$ 24.780,00	4	\$ 99.120,00	0,0086%
<b>TOTAL</b>					\$ 1.146.684.957,24	100,00%

Fuente. División Contabilidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

**Anexo 18. Desviación Estándar del Error de acuerdo al pronóstico hasta el último trimestre del año 2.004**

<b>PLANTA</b>	<b>INSUMO</b>	<b>TIPO</b>	<b>VARIANZA</b>	<b>n-1</b>	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR ERROR</b>
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	1724942383,96	19	41532,43
	Cloro Líquido	A	7725199,60	19	2779,42
	Cal Apagada	B	2878175,21	19	1696,52
	Polímero	B	163394,12	15	404,22
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	2667187736,34	19	51644,82
	Cloro Líquido	A	7017322,10	19	2649,02
	Cal Apagada	B	40089495,57	19	6331,63
	Polímero	B	1809910,96	19	1345,33
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	554941519,74	19	23557,20
	Cloro Líquido	A	7462422,66	19	2731,74
	Cal Apagada	B	6946446,55	19	2635,61
	Polímero	B	753508,91	19	868,05
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	316120892,89	19	17779,79
	Cloro Líquido	A	765941,35	19	875,18
	Cal Apagada	B	76722847,08	19	8759,16
	Polímero	B	28484,44	15	168,77

### Anexo 19. Datos iniciales para la aplicación del modelo

PLANTA	INSUMO	TIPO	DEMANDA 4 TRIMESTRES ATRÁS (Kilos)	PRONÓSTICO PRIMER TRIMESTRE 2.005 (Kilos)	DESVIACIÓN ESTANDAR DEL ERROR DEL PRONÓSTICO (Kilos)	PRECIO COMPRA	ABASTECMTO	COSTO DE ORDENAR	COSTO DE MANTENER	LEAD TIME (Días)
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	524425	115737	41532,43	\$ 462,84	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	18
	Cloro Líquido	A	34400	8892	2779,42	\$ 1.755,36	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	7
	Cal Apagada	B	7620	9841	1696,52	\$ 267,24	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	7
	Polímero	B	2400	537	404,22	\$ 3.956,56	COMPRA	\$ 59.947,90	20%	25
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	397950	107415	51644,82	\$ 462,84	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	18
	Cloro Líquido	A	52200	14221	2721,39	\$ 1.755,36	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	7
	Cal Apagada	B	32425	11738	6402,08	\$ 267,24	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	7
	Polímero	B	6670	1732	1466,70	\$ 3.956,56	COMPRA	\$ 59.947,90	20%	25
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	130400	45079	23557,20	\$ 462,84	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	18
	Cloro Líquido	A	19990	7261	2731,74	\$ 1.755,36	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	7
	Cal Apagada	B	3820	2372	2635,61	\$ 267,24	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	7
	Polímero	B	3320	1699	868,05	\$ 3.956,56	COMPRA	\$ 59.947,90	20%	25
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	346150	97267	17779,79	\$ 462,84	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	18
	Cloro Líquido	A	23060	6850	875,18	\$ 1.755,36	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	7
	Cal Apagada	B	87500	26392	8759,16	\$ 267,24	DESPACHO	\$ 56.547,00	20%	7
	Polímero	B	1805	218	168,77	\$ 3.956,56	COMPRA	\$ 59.947,90	20%	25

## Anexo 20. Caracterización del modelo de control de inventarios teórico

PLANTA	INSUMO	TIPO	Q (Kilos)	P	Z	S.S. (Kilos)	ROP (Kilos)	T (Orden / Año)	N (Días)	E(Z)	NIVEL SERVICIO UNIDAD	Fp (Kilos)	F (Kilos)
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	25312	90%	1,282	27806	59371	21	17,62	0,0475	95,93%	1030	21345
	Cloro Líquido	A	3329	90%	1,282	1160	2104	10	35,32	0,0475	98,71%	43	444
	Cal Apagada	B	4015	90%	1,282	708	1752	2	192,34	0,0475	99,35%	26	50
	Polímero	B	603	90%	1,282	319	522	4	91,71	0,0475	98,04%	12	47
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	22050	90%	1,282	34576	63871	18	20,22	0,0475	94,19%	1281	23121
	Cloro Líquido	A	4101	90%	1,282	1136	2644	13	28,67	0,0475	98,97%	42	536
	Cal Apagada	B	8283	90%	1,282	2673	3918	4	93,24	0,0475	98,80%	99	388
	Polímero	B	1005	90%	1,282	1157	1813	7	55,01	0,0475	95,73%	43	284
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	12622	90%	1,282	15772	28066	10	35,33	0,0475	95,37%	584	6037
	Cloro Líquido	A	2538	90%	1,282	1141	1911	8	46,33	0,0475	98,33%	42	333
	Cal Apagada	B	2843	90%	1,282	1100	1352	1	271,65	0,0475	98,57%	41	55
	Polímero	B	709	90%	1,282	685	1328	5	77,97	0,0475	96,42%	25	119
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	20565	90%	1,282	11904	38431	17	21,68	0,0475	97,86%	441	7424
	Cloro Líquido	A	2726	90%	1,282	365	1092	8	43,14	0,0475	99,50%	14	115
	Cal Apagada	B	13607	90%	1,282	3657	6456	6	56,76	0,0475	99,00%	135	871
	Polímero	B	523	90%	1,282	133	216	3	105,75	0,0475	99,06%	5	17

## Anexo 21. Caracterización del modelo de control de inventarios teórico – Costos

PLANTA	INSUMO	TIPO	COSTO DE ORDENAR	COSTO DE MANTENER	COSTO DE MANTENER S.S.	COSTO TOTAL
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 1.171.552,95	\$ 1.171.552,95	\$ 2.573.952,26	\$ 4.917.058,15
	Cloro Líquido	A	\$ 584.342,00	\$ 584.342,00	\$ 407.395,40	\$ 1.576.079,41
	Cal Apagada	B	\$ 107.308,22	\$ 107.308,22	\$ 37.857,78	\$ 252.474,23
	Polímero	B	\$ 238.589,59	\$ 238.589,59	\$ 252.378,31	\$ 729.557,48
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 1.020.550,46	\$ 1.020.550,46	\$ 3.200.663,25	\$ 5.241.764,16
	Cloro Líquido	A	\$ 719.818,72	\$ 719.818,72	\$ 398.889,34	\$ 1.838.526,77
	Cal Apagada	B	\$ 221.358,15	\$ 221.358,15	\$ 142.862,22	\$ 585.578,51
	Polímero	B	\$ 397.748,71	\$ 397.748,71	\$ 915.748,67	\$ 1.711.246,09
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 584.196,60	\$ 584.196,60	\$ 1.459.946,03	\$ 2.628.339,22
	Cloro Líquido	A	\$ 445.445,20	\$ 445.445,20	\$ 400.406,57	\$ 1.291.296,96
	Cal Apagada	B	\$ 75.977,88	\$ 75.977,88	\$ 58.813,62	\$ 210.769,39
	Polímero	B	\$ 280.617,60	\$ 280.617,60	\$ 541.973,45	\$ 1.103.208,65
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 951.814,67	\$ 951.814,67	\$ 1.101.893,93	\$ 3.005.523,27
	Cloro Líquido	A	\$ 478.429,04	\$ 478.429,04	\$ 128.280,02	\$ 1.085.138,11
	Cal Apagada	B	\$ 363.629,86	\$ 363.629,86	\$ 195.460,45	\$ 922.720,18
	Polímero	B	\$ 206.911,42	\$ 206.911,42	\$ 105.375,02	\$ 519.197,86
<b>TOTALES</b>			\$ 7.848.291,07	\$ 7.848.291,07	\$ 11.921.896,31	\$ 27.618.478,45

## Anexo 22. Caracterización del modelo de control de inventarios tradicional

PLANTA	INSUMO	TIPO	Q (Kilos)	P	Z	S.S. (Kilos)	ROP (Kilos)	T (Orden / Año)	N (Días)	E(Z)	NIVEL SERVICIO UNIDAD	Fp (Kilos)	F (Kilos)
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	70000	90,40%	1,311	28435	60000	7	48,72	0,0220	99,32%	477	3575
	Cloro Líquido	A	4500	100,00%	3,93	3557	4500	8	47,75	0,0000	100,00%	0	0
	Cal Apagada	B	15000	100,00%	3,541	1956	3000	1	718,50	0,0000	100,00%	0	0
	Polímero	B	2200	100,00%	4,488	1117	1320	1	334,58	0,0000	100,00%	0	0
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	70000	93,43%	1,509	40705	70000	6	64,20	0,0260	99,00%	701	3987
	Cloro Líquido	A	4500	100,00%	3,376	2992	4500	12	31,47	0,0000	100,00%	0	0
	Cal Apagada	B	15000	98,87%	2,281	4755	6000	2	168,85	0,0022	99,97%	5	10
	Polímero	B	1760	76,88%	0,735	664	1320	4	96,31	0,1860	90,46%	168	636
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	35000	92,49%	1,439	17706	30000	4	97,97	0,0180	99,37%	221	825
	Cloro Líquido	A	1800	87,65%	1,158	1030	1800	11	32,87	0,0575	97,16%	51	568
	Cal Apagada	B	10000	100,00%	3,202	2748	3000	0	955,50	0,0000	100,00%	0	0
	Polímero	B	1760	80,34%	0,854	457	1100	2	193,49	0,0875	97,34%	47	88
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	70000	100,00%	3,605	33473	60000	5	73,81	0,0000	100,00%	0	0
	Cloro Líquido	A	4500	100,00%	13,24	3774	4500	5	71,23	0,0000	100,00%	0	0
	Cal Apagada	B	15000	99,41%	2,524	7201	10000	6	62,57	0,0002	100,00%	1	3
	Polímero	B	2200	100,00%	11,91	1237	1320	1	444,88	0,0000	100,00%	0	0

**Anexo 23. Caracterización del modelo de control de inventarios tradicional – Costos**

PLANTA	INSUMO	TIPO	COSTO DE ORDENAR	COSTO DE MANTENER	COSTO DE MANTENER S.S.	COSTO TOTAL
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 423.638,01	\$ 3.239.880,00	\$ 2.632.212,36	\$ 6.295.730,36
	Cloro Líquido	A	\$ 432.270,40	\$ 789.912,00	\$ 1.248.727,72	\$ 2.470.910,12
	Cal Apagada	B	\$ 28.725,88	\$ 400.860,00	\$ 104.556,91	\$ 534.142,78
	Polímero	B	\$ 61.687,64	\$ 870.443,20	\$ 883.530,74	\$ 1.815.661,58
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 321.469,70	\$ 3.239.880,00	\$ 3.767.970,70	\$ 7.329.320,39
	Cloro Líquido	A	\$ 655.945,20	\$ 789.912,00	\$ 1.050.320,92	\$ 2.496.178,12
	Cal Apagada	B	\$ 122.235,77	\$ 400.860,00	\$ 254.146,63	\$ 777.242,39
	Polímero	B	\$ 214.300,28	\$ 696.354,56	\$ 525.242,62	\$ 1.435.897,46
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 210.677,97	\$ 1.619.940,00	\$ 1.638.983,94	\$ 3.469.601,91
	Cloro Líquido	A	\$ 627.985,85	\$ 315.964,80	\$ 361.577,90	\$ 1.305.528,55
	Cal Apagada	B	\$ 21.600,95	\$ 267.240,00	\$ 146.894,95	\$ 435.735,90
	Polímero	B	\$ 106.668,20	\$ 696.354,56	\$ 361.235,00	\$ 1.164.257,76
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 279.624,92	\$ 3.239.880,00	\$ 3.098.501,31	\$ 6.618.006,22
	Cloro Líquido	A	\$ 289.771,96	\$ 789.912,00	\$ 1.324.773,10	\$ 2.404.457,06
	Cal Apagada	B	\$ 329.857,50	\$ 400.860,00	\$ 384.871,65	\$ 1.115.589,15
	Polímero	B	\$ 46.394,24	\$ 870.443,20	\$ 979.065,72	\$ 1.895.903,17
<b>TOTALES</b>			<b>\$ 4.172.854,45</b>	<b>\$ 18.628.696,32</b>	<b>\$ 18.762.612,15</b>	<b>\$ 41.564.162,92</b>

## Anexo 24. Variaciones en los parámetros del modelo teórico diseñado versus el modelo implementado

PLANTA	INSUMO	TIPO	MODELO TEÓRICO		MODELO IMPLEMENTADO		VARIACIONES*	
			Q (Kilos)	ROP (Kilos)	Q (Kilos)	ROP (Kilos)	Q** (Kilos)	ROP*** (Kilos)
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	25312	40081	30000	70000	-4688	-29919
	Cloro Líquido	A	3329	4529	3600	4600	-271	-71
	Cal Apagada	B	4015	708	4500	2000	-485	-1292
	Polímero	B	603	319	660	660	-57	-341
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	22050	34576	25000	60000	-2950	-25424
	Cloro Líquido	A	4101	1136	4500	3000	-399	-1864
	Cal Apagada	B	8283	2673	9000	3600	-717	-927
	Polímero	B	1005	1157	1100	1760	-95	-603
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	12622	15772	15000	35000	-2378	-19228
	Cloro Líquido	A	2538	1141	2700	1800	-162	-659
	Cal Apagada	B	2843	1100	3000	2000	-157	-900
	Polímero	B	709	685	880	1320	-171	-635
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	20565	11904	25000	40000	-4435	-28096
	Cloro Líquido	A	2726	365	3600	1800	-874	-1435
	Cal Apagada	B	13607	3657	15000	6000	-1393	-2343
	Polímero	B	523	133	660	220	-137	-87

\* Un valor negativo indica que el valor implementado es mayor que el valor teórico propuesto.

\*\* Es la diferencia entre el Q del modelo teórico y el Q del modelo implementado.

\*\*\* Es la diferencia entre el ROP del modelo teórico y ROP implementado.

## Anexo 25. Caracterización del modelo aplicado

PLANTA	INSUMO	TIPO	Q (Kilos)	P	Z	S.S. (Kilos)	ROP (Kilos)	T (Orden / Año)	N (Días)	E(Z)	NIVEL SERVICIO UNIDAD	Fp (Kilos)	F (Kilos)
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	30000	96,18%	1,772	38435	70000	17	20,88	0,0120	99,13%	260	4550
	Cloro Líquido	A	3600	100,00%	4,04	3657	4600	10	38,20	0,0000	100,00%	0	0
	Cal Apagada	B	4500	95,82%	1,731	956	2000	2	215,55	0,0220	99,73%	12	21
	Polímero	B	660	96,67%	1,835	457	660	4	100,38	0,0120	99,55%	3	11
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	25000	87,24%	1,138	30705	60000	16	22,93	0,0657	92,91%	1772	28206
	Cloro Líquido	A	4500	95,38%	1,683	1492	3000	12	31,47	0,0220	99,57%	19	226
	Cal Apagada	B	9000	87,07%	1,13	2355	3600	4	101,31	0,0657	98,48%	137	494
	Polímero	B	1100	88,93%	1,223	1104	1760	6	60,19	0,0633	94,81%	57	346
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	15000	96,75%	1,846	22706	35000	9	41,99	0,0120	99,02%	148	1283
	Cloro Líquido	A	2700	87,65%	1,158	1030	1800	7	49,30	0,0657	97,84%	58	433
	Cal Apagada	B	3000	97,91%	2,037	1748	2000	1	286,65	0,0100	99,71%	9	11
	Polímero	B	880	89,72%	1,266	677	1320	4	96,75	0,0557	96,62%	30	112
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	25000	92,66%	1,451	13473	40000	14	26,36	0,0457	98,30%	424	5875
	Cloro Líquido	A	3600	100,00%	3,766	1074	1800	6	56,98	0,0000	100,00%	0	0
	Cal Apagada	B	15000	86,90%	1,122	3201	6000	6	62,57	0,0757	98,56%	216	1260
	Polímero	B	660	90,69%	1,322	137	220	3	133,46	0,0477	99,25%	5	14

## Anexo 26. Caracterización del modelo aplicado – Costos

PLANTA	INSUMO	TIPO	COSTO DE ORDENAR	COSTO DE MANTENER	COSTO DE MANTENER S.S.	COSTO TOTAL
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 988.488,68	\$ 1.388.520,00	\$ 3.557.892,36	\$ 5.934.901,04
	Cloro Líquido	A	\$ 540.338,00	\$ 631.929,60	\$ 1.283.834,92	\$ 2.456.102,52
	Cal Apagada	B	\$ 95.752,92	\$ 120.258,00	\$ 51.108,91	\$ 267.119,83
	Polímero	B	\$ 205.625,45	\$ 261.132,96	\$ 361.264,82	\$ 828.023,23
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 900.115,15	\$ 1.157.100,00	\$ 2.842.290,70	\$ 4.899.505,84
	Cloro Líquido	A	\$ 655.945,20	\$ 789.912,00	\$ 523.712,92	\$ 1.969.570,12
	Cal Apagada	B	\$ 203.726,28	\$ 240.516,00	\$ 125.871,43	\$ 570.113,70
	Polímero	B	\$ 342.880,45	\$ 435.221,60	\$ 873.419,90	\$ 1.651.521,95
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 491.581,92	\$ 694.260,00	\$ 2.101.823,94	\$ 3.287.665,86
	Cloro Líquido	A	\$ 418.657,23	\$ 473.947,20	\$ 361.577,90	\$ 1.254.182,33
	Cal Apagada	B	\$ 72.003,18	\$ 80.172,00	\$ 93.446,95	\$ 245.622,13
	Polímero	B	\$ 213.336,41	\$ 348.177,28	\$ 535.323,64	\$ 1.096.837,33
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	\$ 782.949,76	\$ 1.157.100,00	\$ 1.247.141,31	\$ 3.187.191,07
	Cloro Líquido	A	\$ 362.214,95	\$ 631.929,60	\$ 376.878,70	\$ 1.371.023,25
	Cal Apagada	B	\$ 329.857,50	\$ 400.860,00	\$ 171.079,65	\$ 901.797,15
	Polímero	B	\$ 154.647,48	\$ 261.132,96	\$ 108.622,52	\$ 524.402,96
<b>TOTALES</b>			<b>\$ 6.758.120,56</b>	<b>\$ 9.072.169,20</b>	<b>\$ 14.615.290,55</b>	<b>\$ 30.445.580,31</b>

## Anexo 27. Seguimiento al modelo de control de inventario

PLANTA	INSUMO	TIPO	FECHA PEDIDO	CANTIDAD SOLICITADA	FECHA RECEPCIÓN	CANTIDAD RECIBIDA
BOSCONIA	Sulfato de Aluminio Granular	A	03/01/2005	30000	21/01/2005	30000
	Sulfato de Aluminio Granular	A	01/02/2005	30000	19/02/2005	30000
	Sulfato de Aluminio Granular	A	07/03/2005	30000	25/03/2005	30000
	Cloro Líquido	A	06/01/2005	3600	13/01/2005	3600
	Cal Apagada	B	<b>NO TUVO MOVIMIENTO</b>			
	Polímero	B	05/01/2005	660	30/01/2005	660
LA FLORA	Sulfato de Aluminio Granular	A	03/01/2005	25000	21/01/2005	25000
	Sulfato de Aluminio Granular	A	01/02/2005	25000	19/02/2005	25000
	Cloro Líquido	A	06/01/2005	4500	13/01/2005	4500
	Cal Apagada	B	<b>NO TUVO MOVIMIENTO</b>			
	Polímero	B	05/01/2005	1100	30/01/2005	1100
MORRORICO	Sulfato de Aluminio Granular	A	07/03/2005	15000	25/03/2005	15000
	Cloro Líquido	A	06/01/2005	2700	13/01/2005	2700
	Cal Apagada	B	<b>NO TUVO MOVIMIENTO</b>			
	Polímero	B	05/01/2005	880	30/01/2005	880
FLORIDABLANCA	Sulfato de Aluminio Granular	A	01/02/2005	25000	19/02/2005	25000
	Sulfato de Aluminio Granular	A	07/03/2005	25000	25/03/2005	25000
	Cloro Líquido	A	03/03/2005	3600	10/03/2005	3600
	Cal Apagada	B	<b>NO TUVO MOVIMIENTO</b>			
	Polímero	B	02/03/2005	660	27/03/2005	660

**Anexo 28. Costo del inventario de insumos químicos a fin de mes – Febrero del año 2.005**

<b>Referencia</b>	<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>	<b>Inventario Inicial</b>	<b>Entradas Totales</b>	<b>Salidas Totales</b>	<b>Inventario Final</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Sulfato de Aluminio Granular Tipo B	A	Kilo	205725	80000	77706	208019	\$ 568,40	\$ 118.237.999,60
Cloro Líquido	A	Kilo	23258	0	12197	11061	\$ 1.755,36	\$ 19.416.036,96
Sulfato de Aluminio Líquido Tipo B	B	Kilo	0	0	0	0	\$ 344,52	\$ 0,00
Polímero Coagulante CYTEC C579	B	Kilo	7545	0	625	6920	\$ 3.956,56	\$ 27.379.395,20
Cal Apagada	B	Kilo	18600	0	82	18518	\$ 267,24	\$ 4.948.750,32
<b>TOTAL</b>								\$ 169.982.182,08

**Anexo 29. Costo del inventario de insumos químicos a fin de mes – Marzo del año 2.005**

<b>Referencia</b>	<b>Tipo</b>	<b>Medida</b>	<b>Inventario Inicial</b>	<b>Entradas Totales</b>	<b>Salidas Totales</b>	<b>Inventario Final</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Sulfato de Aluminio Granular Tipo B	A	Kilo	208019	70000	58578	219441	\$ 568,40	\$ 124.730.264,40
Cloro Líquido	A	Kilo	11061	3600	10210	4451	\$ 1.755,36	\$ 7.813.107,36
Sulfato de Aluminio Líquido Tipo B	B	Kilo	0	0	0	0	\$ 344,52	\$ 0,00
Polímero Coagulante CYTEC C579	B	Kilo	6920	660	321	7259	\$ 3.956,56	\$ 28.720.669,04
Cal Apagada	B	Kilo	18518	0	82	18436	\$ 267,24	\$ 4.926.836,64
<b>TOTAL</b>								\$ 166.190.877,44

**Anexo 30. Inventario valorizado de insumos químicos a fin de mes año 2.004**

<b>Insumo</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
Sulfato de Aluminio	\$ 110.582	\$ 130.021	\$ 171.533	\$ 157.234	\$ 133.349	\$ 129.769	\$ 125.882	\$ 134.782	\$ 117.566	\$ 166.987	\$ 140.201	\$ 122.278
Cloro Líquido	\$ 66.886	\$ 64.821	\$ 65.023	\$ 73.233	\$ 69.670	\$ 67.990	\$ 65.015	\$ 63.001	\$ 74.150	\$ 70.240	\$ 68.455	\$ 66.051
Cal Apagada	\$ 32.003	\$ 30.120	\$ 28.166	\$ 27.014	\$ 24.720	\$ 20.430	\$ 17.012	\$ 16.247	\$ 14.330	\$ 8.012	\$ 6.340	\$ 4.221
Polímero	\$ 14.557	\$ 16.220	\$ 18.430	\$ 17.212	\$ 15.930	\$ 14.219	\$ 13.217	\$ 19.345	\$ 17.500	\$ 20.290	\$ 18.450	\$ 16.998
<b>TOTAL*</b>	<b>\$ 224.028</b>	<b>\$ 241.182</b>	<b>\$ 283.152</b>	<b>\$ 274.693</b>	<b>\$ 243.669</b>	<b>\$ 232.408</b>	<b>\$ 221.126</b>	<b>\$ 233.375</b>	<b>\$ 223.546</b>	<b>\$ 265.529</b>	<b>\$ 233.446</b>	<b>\$ 209.548</b>

Fuente. División de Contabilidad del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

\*Cifras en miles de pesos


### Anexo 31. Cronograma de reuniones de capacitación

DEPENDENCIA	SEPTIEMBRE															OCTUBRE																			
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V					
Planta Bosconia*		■					■					■					■					■					■					■			
Planta La Flora*				■					■					■					■					■					■					■	
Planta Morrórico*			■					■					■					■					■					■					■		
Planta Floridablanca*				■					■					■					■					■					■					■	
División Suministros y Apoyo Logístico**				■					■					■					■					■					■					■	

\*Charlas dictadas en el horario de 07:00 a.m. a 09:00 a.m.

\*\*Charlas dictadas en el horario de 04:00 p.m. a 06:00 p.m.


## Anexo 32. Guía Manejo de insumos químicos

<b>PORTADA</b>	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
<b>G TR 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

**G TR 705-001 GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS**

<b>ELABORA:</b> TR	<b>REVISAR:</b> GO	<b>APRUEBA:</b> GO	<b>CONTROLA:</b> SGC
<b>FECHA:</b> 19-08-04	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>


Cont. Anexo 32

No Aplica	GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS	
G TR 705-001		
Rev.: 0		
DIVISIÓN DE TRATAMIENTO		

ÍNDICE

1.	OBJETIVO
2.	ALCANCE
3.	DESCRIPCIÓN
3.1.	POLÍMERO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN
3.2.	SULFATO DE ALUMINIO SÓLIDO
3.3.	CLORO LÍQUIDO
3.4.	CAL HIDRATADA (APAGADA)
4.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5.	ANEXOS

## Cont. Anexo 32

<b>No Aplica</b>	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
<b>G TR 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

### 1. OBJETIVO

Establecer una metodología para el manejo de los diferentes tipos de insumos químicos utilizados para el tratamiento del agua.

### 2. ALCANCE


Esta guía establece las características de los insumos químicos utilizados en el proceso de tratamiento del agua, comprende desde las especificaciones hasta las condiciones de transporte, almacenamiento y manejo de los insumos.

### 3. DESCRIPCIÓN

#### 3.1. POLIMERO AYUDANTE DE FLOCULACIÓN

<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>	
<b>NOMBRE</b>	Polímero ayudante de floculación
<b>SITIO DE ENTREGA</b>	Plantas de tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga.
<b>PLAZO DE ENTREGA</b>	Mensual
<b>PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO</b>	Caneca de 220 Kg.
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Cada caneca debe contener la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de polímero</li> <li>• Nombre del polímero</li> <li>• Peso neto</li> <li>• Nombre del fabricante</li> <li>• Marca de fabrica</li> <li>• Toxicidad</li> </ul>
<b>CONDICIONES GENERALES</b>	
<b>TRANSPORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte seguro, vehículos adecuados para proteger el producto de la lluvia.</li> </ul>

**Cont. Anexo 32**


<b>No Aplica</b>	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
<b>G TR 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

	Las condiciones de transporte se rigen por el Decreto 1609 de 31 de Julio de 2002 del Ministerio de Transporte: Manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera (ver Anexo 6).
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El transportador se encarga de almacenar el producto como lo indique el personal autorizado por el jefe de turno.</li> <li>• Almacenar en las bodegas adecuadas para el producto.</li> <li>• No almacenar a la intemperie.</li> <li>• Verificar físicamente la entrega de todo el pedido anotado en la remisión.</li> <li>• Solicitar al transportador el certificado de calidad expedido por la empresa.</li> </ul>
<b>SEGURIDAD</b>	Evitar el contacto con el producto por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingestión</li> <li>• Contacto con los ojos</li> <li>• Inhalación</li> </ul>
<b>DOCUMENTACIÓN REQUERIDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificado De Calidad</li> <li>• Remisión</li> </ul>
<b>ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Líquido claro amarillento libre de partículas extrañas.</li> <li>• Las canecas deben estar llenas.</li> </ul>
<b>RECHAZO DEL PRODUCTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las tapas de las canecas se encuentren forzadas.</li> <li>• El contenido por debajo del nivel establecido.</li> </ul>

**3.2. SULFATO DE ALUMINIO SÓLIDO**

<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>	
<b>NOMBRE</b>	Sulfato de aluminio tipo "B" granulado
<b>SITIO DE ENTREGA</b>	Bodegas de insumos químicos de las plantas de tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. ESP.
<b>PLAZO DE ENTREGA</b>	Mensual

**Cont. Anexo 32**

<b>No Aplica</b>	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
<b>G TR 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

<b>PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO</b>	Bultos de polipropileno de 25 kg.
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<p>Cada bulto debe contener la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido: sulfato de aluminio</li> <li>• Peso neto</li> <li>• Nombre del fabricante</li> <li>• Marca de fabrica</li> </ul>
<b>CONDICIONES GENERALES</b>	
<b>TRANSPORTE</b>	El transporte debe cumplir con las condiciones de transporte se rigen por el Decreto 1609 de 31 de Julio de 2002 del Ministerio de Transporte: Manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera (ver Anexo 6).
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El transportador se encarga de almacenar el producto como lo indique el personal autorizado por el jefe de turno.</li> <li>• Almacenar en las bodegas adecuadas para el producto.</li> <li>• No almacenar contra la pared.</li> <li>• Almacenar encima de estibas, para evitar humedad en el producto.</li> <li>• Agrupar en pilas de 300 a 500 sacos, cuya altura no supere las 15 filas de sacos.</li> <li>• Los sacos deben estar apilados trabados entre sí, quedando el espacio para permitir la movilización en la bodega.</li> <li>• Verificar físicamente la entrega de todo el pedido anotado en la remisión.</li> <li>• Solicitar al transportador el certificado de calidad expedido por la empresa.</li> </ul>
<b>SEGURIDAD</b>	<p>El sulfato de aluminio es una solución reguladora ácida que provoca irritación al entrar en contacto con los ojos, la piel o las mucosas. Para su manipulación se requiere ropa y equipo de protección al igual que una buena ventilación</p> <p>Utilizar equipo para para protección respiratoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mascara</li> <li>• Gafas protectoras</li> <li>• Guantes</li> </ul>
<b>DOCUMENTACIÓN REQUERIDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificado de Calidad donde se establezca que el producto cumple con los requisitos de la NTC 531 (ver</li> </ul>

**Cont. Anexo 32**

<b>No Aplica</b>	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
<b>G TR 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

	<p>Anexo 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remisión</li> </ul>										
<b>MUESTREO</b>	<p>Muestrear el 2% de los empaques que estén en perfectas condiciones de un mismo lote.</p> <p>Seleccionar puntos de muestreo uniformemente repartidos en la superficie del material. Cuando sea posible se seleccionarán mínimo 10 puntos para tomar la muestra, los cuales deben estar separados entre sí regularmente. En cada punto debe tomarse como mínimo 3.2 kg. Aproximadamente.</p> <p>La muestra debe tomarse cuidadosamente para que sea representativa e incluya cantidades proporcionales de material en grano.</p> <p>Se extraerá la muestra usando un punzón que tenga como mínimo 2 cm. de diámetro.</p> <p>El material que pese mínimo 23 kg. se mezcla completamente y se divide en cinco porciones de 0.5 kg. aproximadamente. Estas muestras deben guardarse en recipientes de vidrio, sellarse herméticamente y protegerse de la humedad.</p> <p>Cada muestra debe rotularse para identificarla y debe aparecer en el rótulo la firma de quien efectuó el muestreo. Las muestras se acompañan de un formulario de control y debe diligenciarse adecuadamente por quien tome las muestras.</p>										
<b>REQUISITOS QUÍMICOS</b>	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Requisitos</th> <th style="text-align: center;">Mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">% <math>AL_2O_3</math></td> <td style="text-align: center;">15.2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Hierro como <math>Fe_2O_3</math></td> <td style="text-align: center;">2.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">% Materia Insoluble</td> <td style="text-align: center;">8.0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">% <math>AL_2O_3</math> (Basicidad libre)</td> <td style="text-align: center;">0.05</td> </tr> </tbody> </table>	Requisitos	Mínimo	% $AL_2O_3$	15.2	Hierro como $Fe_2O_3$	2.0	% Materia Insoluble	8.0	% $AL_2O_3$ (Basicidad libre)	0.05
Requisitos	Mínimo										
% $AL_2O_3$	15.2										
Hierro como $Fe_2O_3$	2.0										
% Materia Insoluble	8.0										
% $AL_2O_3$ (Basicidad libre)	0.05										
<b>NO CONFORMIDADES DE PRODUCTO</b>	<p>Si el sulfato de aluminio entregado no está conforme con los requisitos de la norma, debe informarse al proveedor sobre la no conformidad, dentro de los 15 días hábiles siguientes a la recepción del producto en el sitio de destino. Los resultados de los ensayos hechos por el Acueducto Metropolitano de</p>										

**Cont. Anexo 32**


<b>No Aplica</b>	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
<b>G TR 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

	<p>Bucaramanga S.A. ESP. prevalecerán salvo que el proveedor notifique al comprador, dentro de los 5 días hábiles siguientes a la recepción del informe sobre su deseo de efectuar un nuevo ensayo. Cuando el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. ESP. reciba la petición para efectuar el nuevo ensayo, enviará al proveedor una muestra sellada y tomada de acuerdo con lo indicado en el título "MUESTREO". En el caso de que el resultado obtenido por el proveedor en el nuevo ensayo no coincida con el obtenido por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. ESP., se enviará otra muestra, sellada y sin abrir, a un laboratorio de referencia que sea escogido por acuerdo entre las partes. Los costos de los ensayos serán sufragados por el proveedor, si se encuentra que el material no cumple con los requisitos de esta norma; en caso contrario, los asume el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. ESP.</p>
<b>ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO</b>	<p>El sulfato de aluminio en estado sólido deberá estar seco, limpio, en forma de grano. Con un tamaño de partícula tal que mínimo el 90% pase a través del tamiz No. 10, que el 100% pase a través del tamiz No. 4 y que por lo menos el 90% quede retenido en el tamiz No. 100 (véase la norma ASTM E 11).</p> <p>Recibir a satisfacción, de acuerdo al análisis realizado en el laboratorio.</p>
<b>RECHAZO DEL PRODUCTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de alúmina menor al 13%</li> <li>• Porcentaje de materia insoluble mayor al 12%</li> <li>• Bultos en mal estado: húmedos o rotos</li> </ul>

**3.3. CLORO LÍQUIDO**


<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>	
<b>NOMBRE</b>	Cloro líquido
<b>SITIO DE ENTREGA</b>	Plantas de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

**Cont. Anexo 32**

<b>No Aplica</b>	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
<b>G TR 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

<b>PLAZO DE ENTREGA</b>	Mensual
<b>PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO</b>	Contenedor de 907 Kg.
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<p>Cada contenedor debe contar la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de identificación de cinco dígitos</li> <li>• Código de identificación del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.</li> </ul> <p>Etiqueta de Almacenamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de cilindro</li> <li>• Fecha de llenado</li> <li>• Peso</li> <li>• Prueba Hidrostática</li> <li>• Consumidor y código del cliente</li> <li>• Destino</li> </ul> <p>Etiqueta de estado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En uso</li> <li>• Lleno</li> <li>• Vacío</li> </ul>
<b>TRANSPORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte seguro, automotores adecuados con los contenedores dispuestos en un solo tendido (ver Anexo 1), sin otro material o carga diferente.</li> </ul> <p>Las condiciones de transporte se rigen por el Decreto 1609 de 31 de Julio de 2002 del Ministerio de Transporte: Manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera (ver Anexo 6).</p> <p>Véase el folleto 76 del instituto del cloro.</p>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponer los cilindros en un lugar con ventilación natural incrementada a nivel de piso.</li> <li>• No exponer los contenedores a luz solar directa o a fuentes térmicas.</li> <li>• Separar los contenedores de cualquier sustancia compatible.</li> <li>• No Golpear los contenedores ni realizar movimientos bruscos en el manejo y transporte de los mismos.</li> <li>• Almacenar siempre en posición horizontal y en un solo</li> </ul>

**Cont. Anexo 32**

<b>No Aplica</b>	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
<b>G TR 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

	<p>tendido (ver Anexo 2)</p> <p>Para conocer las características del producto, referirse a la ficha técnica suministrada por el proveedor.</p>
<b>SEGURIDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la presencia del tapón ciego de seguridad en las válvulas de cierre del cilindro.</li> <li>• Utilizar el equipo de protección personal adecuado, en cualquier momento de manipulación del producto:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Máscara antigás</li> <li>○ Gafas herméticas</li> <li>○ Botas y guantes de cuero</li> <li>○ Kit B de seguridad</li> </ul> </li> </ul>
<b>DOCUMENTACIÓN REQUERIDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Certificado De Calidad (ver Anexo 4)</li> <li>• Remisión</li> </ul>
<b>NO CONFORMIDADES DE PRODUCTO</b>	<p>Si el material no cumple con las especificaciones químicas y/o físicas establecidas en la norma NTC 925 y las adicionales que establezca el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P., se debe notificar al vendedor inmediatamente se detecte este incumplimiento, pero en cualquier caso, dentro de los 30 días siguientes a la recepción del material. La no conformidad de las especificaciones prevalecerá a menos que el vendedor notifique al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. dentro de los 10 días hábiles después de recibido el informe de no conformidad, la conveniencia de realizar una nueva prueba.</p> <p>Cualquier contenedor que presente evidencia de fugas, daños o corrosión debe ser rechazado. Las llaves y empaques de las válvulas de los cilindros o contenedores de cloro deben estar en buena condición mecánica.</p>
<b>ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO</b>	<p>Recibir a satisfacción, de acuerdo al análisis realizado en el laboratorio.</p>
<b>RECHAZO DEL PRODUCTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenedores transportados en más de un tendido, es decir, apilados unos sobre otros. (ver Anexo 1)</li> <li>• Pureza menor del 99,5% en volumen.</li> <li>• Residuo no volátil total excede el 0,015% en peso reportado.</li> <li>• La humedad excede el 0,015% en peso reportado.</li> <li>• El mercurio excede el 0,0001% en peso reportado.</li> </ul>

Cont. Anexo 32

No Aplica	<p style="text-align: center;"><b>GUÍA</b> <b>MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b></p>	
G TR 705-001		
Rev.: 0		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tricloruro de nitrógeno (NCl<sub>3</sub>) excede el 0,0005% en peso reportado.</li> </ul>
--	--

**3.4. CAL HIDRATADA (APAGADA)**


<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES</b>	
<b>NOMBRE</b>	Cal Hidratada
<b>SITIO DE ENTREGA</b>	Plantas de Tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.
<b>PLAZO DE ENTREGA</b>	Mensual
<b>PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO</b>	Bultos de 25 Kg.
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<p>Cada bulto debe contener la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de Cal</li> <li>• Peso neto</li> <li>• Nombre del fabricante</li> <li>• Marca comercial</li> <li>• Número del lote</li> <li>• Dirección del fabricante</li> </ul>
<b>TRANSPORTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte seguro, automotores adecuados para proteger el producto de la lluvia.</li> </ul> <p>Las condiciones de transporte se rigen por el Decreto 1609 de 31 de Julio de 2002 del Ministerio de Transporte: Manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera (ver Anexo 6).</p>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El transportador se encarga de almacenar el producto como lo indique el personal autorizado por el jefe de turno.</li> <li>• Almacenar en las bodegas adecuadas para el producto.</li> </ul>

Cont. Anexo 32

No Aplica	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
G TR 705-001		
Rev.: 0		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No almacenar contra la pared.</li> <li>• Almacenar encima de estibas, para evitar humedad en el producto.</li> <li>• Agrupar en pilas de 150 sacos, cuya altura no supere las 15 filas de sacos.</li> <li>• Los sacos deben estar apilados trabados entre sí, guardando el espacio para permitir la movilización en la bodega.</li> <li>• Verificar físicamente la entrega de todo el pedido anotado en la remisión.</li> <li>• Solicitar al transportador el certificado de calidad expedido por la empresa.</li> </ul>
<b>SEGURIDAD</b>	<p>Utilizar equipo para protección respiratoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mascara</li> <li>• Gafas protectoras</li> <li>• Guantes</li> </ul> <p>Para evitar irritación en el sistema respiratorio y ojos.</p>
<b>DOCUMENTACIÓN REQUERIDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remisión</li> <li>• Certificado de Calidad (ver Anexo 5)</li> </ul>
<b>MUESTREO</b>	<p>Muestrear el 2% de los bultos de un mismo lote (aunque no menos de 5 bultos), usando un punzón con mínimo 2cm de diámetro. Cada paquete se debe tomar de posiciones distintas del vehículo transportador. No se deben tomar muestras de los sacos rotos.</p> <p>El material extraído se mezcla y se toman dos porciones de 1Kg. en bolsas de plástico sello pack calibre grueso cerradas herméticamente.</p> <p>Una se utilizara para análisis en el laboratorio y la otra almacenarla temporalmente como muestra testigo.</p> <p>Las muestras deben ser tomadas tan pronto lleguen los bultos de cal a las plantas de tratamiento del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.</p>
<b>NO CONFORMIDADES DE PRODUCTO</b>	<p>Se deberá enviar un aviso de no conformidad por parte del comprador al vendedor dentro de los 15 días calendario después de su recibo en el punto de destino. Los resultados de los ensayos realizados por el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. son concluyentes a menos que el vendedor notifique al Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. dentro de 5 días hábiles después</p>

## Cont. Anexo 32

<b>No Aplica</b>	<b>GUÍA MANEJO DE INSUMOS QUÍMICOS</b>	
<b>G TR 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISIÓN DE TRATAMIENTO</b>		

	de recibido el informe de no conformidad, que desea una nueva realización del ensayo.
<b>ACEPTACIÓN DEL PRODUCTO</b>	Recibir a satisfacción, de acuerdo al análisis realizado en el laboratorio.
<b>RECHAZO DEL PRODUCTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Enviar una muestra a un laboratorio según acuerdo entre las dos partes.</li><li>• Contenido de óxido de calcio disponible inferior al 62%</li><li>• Bultos en mal estado: húmedos o rotos.</li></ul>

#### 4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 531 (1995-11-29) PRODUCTOS QUIMICOS PARA USO INDUSTRIAL: Sulfato de Aluminio.

Norma Técnica Colombiana NTC 925. (1995-08-23) PRODUCTOS QUIMICOS PARA USO INDUSTRIAL: Cloro Líquido.

Norma Técnica Colombiana NTC 1398. (1996-08-21) PRODUCTOS QUIMICOS PARA USO INDUSTRIAL: Cal Viva y Cal Hidratada.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. AWWA Standard for liquid chlorine. ANSI/AWWA B301-92.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. AWWA Standard for Quicklime and Hydrated Lime. ANSI/AWWA B202-93.

Folleto 76 del instituto del cloro.

#### 5. ANEXOS

Anexo 1 Transporte Cilindros de Cloro

Anexo 2 Almacenamiento Cilindros de Cloro

Anexo 3 Certificado de Calidad Sulfato de Aluminio Granular

Anexo 4 Certificado de Calidad Cloro Líquido

Anexo 5 Certificado de Calidad Cal Apagada

Anexo 6 Decreto 1609 del 31 de julio de 2002

**Anexo 33. Guía manejo de bodegas de insumos químicos en las plantas de  
tratamiento**

<b>PORTADA</b>	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
<b>G PT 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

**G PT 705-001 GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS  
QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO**

<b>ELABORA:</b> PT	<b>REvisa:</b> GO	<b>APRUEBA:</b> GO	<b>CONTROLA:</b> SGC
<b>FECHA: 19-08-04</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

## Cont. Anexo 33

No Aplica	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
G PT 705-001		
Rev.: 0		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

### ÍNDICE

1.	OBJETIVO
2.	ALCANCE
3.	RESPONSABILIDADES
4.	DESCRIPCIÓN
4.1.	RECEPCIÓN DE INSUMOS QUÍMICOS
4.2.	CONSUMO DE INSUMOS QUÍMICOS
4.3.	DISPOSICIÓN DE LOS EMPAQUES
4.3.1.	Disposición de Sacos de Aluminio y Cal
4.3.2.	Disposición de Tanques de Polímero
4.3.3.	Disposición de los Contenedores de Cloro
4.4.	MANTENIMIENTO DE LA BODEGA DE INSUMOS QUÍMICOS
5.	ANEXOS

## Cont. Anexo 33

No Aplica	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
G PT 705-001		
Rev.: 0		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

### 1. OBJETIVO

Establecer una metodología para el control de las bodegas y el manejo de los diferentes tipos de insumos químicos que en ellas se almacenan.

### 2. ALCANCE

Esta guía determina los pasos a seguir desde la recepción de la mercancía, ubicación de los insumos químicos, su utilización y disposición por parte de los ayudantes de operador de planta de tratamiento.

### 3. RESPONSABILIDADES

El seguimiento de los pasos descritos dentro de esta guía es responsabilidad del jefe de Planta de Tratamiento, el operador de planta y su respectivo ayudante.

### 4. DESCRIPCIÓN

#### 4.1. RECEPCIÓN DE INSUMOS QUÍMICOS


PASO No.	CARGO	DESCRIPCIÓN
1	Operador de Planta de Tratamiento / Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Se dirige al vehículo que transporta la mercancía y verifica la forma en que se encuentran dispuestos los insumos químicos, de acuerdo a las requisitos establecidos (ver Guía Manejo de insumos químicos G TR 705-001). Si observa que el transporte se realizó de manera incorrecta entonces diligencia el formato de Reporte de Novedades F SGC 805-001 (Ver Anexo 1) y le informa la novedad al jefe de planta. El jefe de planta toma la decisión de la autorización de la recepción o rechazo de los insumos químicos, si la recepción es autorizada, continúa con el paso 2, de lo contrario no se reciben los insumos químicos. Si el insumo que se recibe es Cloro Líquido, debe diligenciar el formato Descargue Contenedores de Cloro Líquido F PT 705-007 (ver Anexo 4)

**Cont. Anexo 33**

<b>No Aplica</b>	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
<b>G PT 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

2	Operador de Planta de Tratamiento	<p>Recibe la remisión y verifica que en esta aparezca la cantidad y las especificaciones de los insumos despachados, el nombre del transportador y la fecha en que fue despachado. Si las especificaciones del insumo químico no coinciden con las determinadas en la Guía para el manejo de insumos químicos G TR 705-001, diligencia el formato Reporte de Novedades F SGC 805-001 y le informa la novedad al jefe de planta. El jefe de planta toma la decisión de la autorización de la recepción o rechazo de los insumos químicos, si la recepción es autorizada, continúa con el paso 3, de lo contrario no se reciben los insumos químicos.</p>
3	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	<p>Supervisa el descargue de los insumos e indica a los ayudantes del conductor el lugar donde los deben ubicar.</p>
4	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	<p>Verifica nuevamente que los insumos cumplan con las especificaciones que aparecen en la Guía de Manejo de Insumos Químicos G TR 705-001 (tipo de empaque y estado del mismo, cantidad por unidad de empaque, etc.) y que vengán con el soporte de calidad del producto cuando este sea requerido.</p>
5	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	<p>Realiza el conteo de las unidades descargadas y verifica que coincidan las cantidades con las de la remisión o factura, e inmediatamente informa al operador de planta.</p>
6	Operador de Planta de Tratamiento	<p>Una vez confirma que están completos los insumos firma la remisión del transportador.</p>

**Cont. Anexo 33**

<b>No Aplica</b>	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
<b>G PT 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

**4.2. CONSUMO DE INSUMOS QUÍMICOS**

**4.2.1. Consumo de Sulfato de Aluminio y Cal**

<b>PASO No.</b>	<b>CARGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Operador de Planta de Tratamiento	Una vez identifica la necesidad de utilizar algún insumo que se encuentra almacenado en bodega, informa al ayudante de operador que insumo es necesario dosificar.
2	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Se dirige a la bodega respectiva y revisa cuales son los insumos que llevan más tiempo almacenados en bodega.
3	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Toma las unidades de empaque que necesite de este insumo, teniendo como prioridad las que tienen mayor tiempo de almacenamiento.
4	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Transporta los insumos teniendo las precauciones indicadas en la Guía para el manejo de insumos químicos G TR 705-001 y los deposita en el dosificador respectivo.
5	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Consigna inmediatamente en el Formato de Control de Insumos químicos F PT 705-001 (ver Anexo 3) las cantidades que utiliza durante su turno y escribe su nombre como constancia.
6	Operador de Planta de Tratamiento	Consigna permanentemente en el Formato Movimiento diario de insumos químicos F TR 704-001 (ver Anexo 2) las cantidades que utiliza de este insumo durante su turno y escribe su nombre como constancia.

**4.2.2. Consumo de Cloro Líquido**

<b>PASO No.</b>	<b>CARGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Operador de Planta de Tratamiento	Una vez identifica que la presión del contenedor de Cloro Líquido desciende, determina que debe comenzar a utilizar el cilindro de reemplazo.

**Cont. Anexo 33**

<b>No Aplica</b>	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
<b>G PT 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

2	Operador de Planta de Tratamiento / Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	<p>Se dirigen a la bodega de almacenamiento de Cloro Líquido y cierran la válvula del contenedor vacío e inmediatamente abren la válvula del contenedor de reemplazo que se encuentra lleno, al contenedor que se ha quedado vacío se le retira la tarjeta “En Uso” y se le coloca la tarjeta “Vacío” (ver Anexo 6). Una vez se ha empezado a utilizar el contenedor de reemplazo, se le retira la tarjeta “Lleno” y se le coloca la tarjeta “En Uso”. Manipula el Cloro Líquido teniendo las precauciones indicadas en la Guía para el manejo de insumos químicos G TR 705-001.</p>
3	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	<p>Dependiendo de la hora en que se realiza el cambio al contenedor de reemplazo, se procede así:</p> <p>2A Si el cambio se realiza dentro del turno comprendido entre las 7:00 a.m. y las 3:00 p.m. de un día hábil, inmediatamente retiran el contenedor vacío con ayuda de la grúa, ubican un contenedor lleno junto al que está en uso y realizan la instalación de este nuevo contenedor.</p> <p>2B Si el cambio a contenedor de reemplazo se realiza después de las 3:00 p.m. de un día hábil o se realiza un día sábado, domingo o día festivo, se debe registrar la novedad en el formato reporte de novedades F SGC 805-001. El operador de planta de tratamiento que realiza el siguiente turno comprendido dentro de las 7:00 a.m. y las 3:00 p.m. de un día hábil, con la colaboración del ayudante de operador de planta de tratamiento retiran el contenedor vacío con ayuda de la grúa, ubica un contenedor lleno junto al que está en uso y realizan la instalación de este nuevo contenedor. Diligencia el formato Instalación de Contenedores de Cloro Líquido F PT 705-008 (ver Anexo 5)</p>

**Cont. Anexo 33**

<b>No Aplica</b>	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
<b>G PT 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

4	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Consigna permanentemente en el Formato de Control de Insumos químicos F PT 705-001 (ver Anexo 3) las cantidades que utiliza de este insumo durante su turno y escribe su nombre como constancia.
5	Operador de Planta de Tratamiento	Consigna permanentemente en el Formato Movimiento diario de insumos químicos F TR 704-001 (ver Anexo 2) las cantidades que utiliza de este insumo durante su turno y escribe su nombre como constancia.

**4.2.3. Consumo de Polímero**

PASO No.	CARGO	DESCRIPCIÓN
1	Operador de Planta de Tratamiento	Utiliza la regleta de medición, identifica la necesidad de utilizar un nuevo tanque de Polímero cuando el nivel se encuentra por debajo de los 20 kilos.
2	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Se dirige a la bodega de almacenamiento y retira una caneca de Polímero llena, inmediatamente la lleva a la bomba dosificadora de Polímero, retira la caneca vacía, destapa la caneca nueva e introduce la manguera de succión en la misma.
3	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Consigna permanentemente en el Formato de Control de Insumos químicos F PT 705-001 (ver Anexo 3) las cantidades que utiliza de este insumo durante su turno y escribe su nombre como constancia.
4	Operador de Planta de Tratamiento	Consigna permanentemente en el Formato Movimiento diario de insumos químicos F TR 704-001 (ver Anexo 2) las cantidades que utiliza de este insumo durante su turno y escribe su nombre como constancia.

**Cont. Anexo 33**

<b>No Aplica</b>	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
<b>G PT 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

**4.3. DISPOSICIÓN DE LOS EMPAQUES**

**4.3.1. Disposición Sacos de Sulfato de Aluminio y Cal**

<b>PASO No.</b>	<b>CARGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Una vez ha utilizado el total del insumo contenido en el saco, lo estira, apila y amarra en arrumes de 100 sacos, cuando completa 8 arrumes de sacos vacíos, informa al jefe de planta.
2	Jefe de Planta de Tratamiento	Contacta a la coordinación de bienes y control administrativo, para que reciban los sacos vacíos, diligencia el formato de reintegro de materiales y lo envía junto con los sacos vacíos a bodega.
3	Auxiliar administrativo de la división de suministros y apoyo logístico	Recibe los sacos vacíos en bodega y verifica que la cantidad de sacos coincida con lo relacionado en el formato de reintegro de materiales.
4	Auxiliar administrativo de la división de suministros y apoyo logístico	Legaliza la entrega de sacos vacíos mediante la firma del formato de reintegro de materiales y devuelve una copia al jefe de planta.

**4.3.2. Disposición Tanques de Polímero**

<b>PASO No.</b>	<b>CARGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Una vez ha utilizado el total del polímero contenido en el tanque, lo ubica al lado de los demás tanques vacíos.
2	Jefe de Planta de Tratamiento	Diligencia el formato de reintegro de materiales e imparte instrucciones para que se envíe junto con los demás tanques vacíos a la bodega ubicada en las instalaciones administrativas.
3	Auxiliar Administrativo de la División de Suministros y Apoyo Logístico	Recibe los tanques vacíos en bodega y verifica que la cantidad de tanques coincida con lo relacionado en el formato de reintegro de materiales.

### Cont. Anexo 33

<b>No Aplica</b>	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
<b>G PT 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

4	Auxiliar Administrativo de la División de Suministros y Apoyo Logístico	Legaliza la entrega de tanques vacíos mediante la firma del formato de reintegro de materiales y devuelve una copia al Jefe de Planta de Tratamiento.
---	---	---

#### 4.3.3. Disposición de los contenedores de cloro

PASO No.	CARGO	DESCRIPCIÓN
1	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Una vez ha utilizado el total del cloro contenido en el cilindro, se le coloca la etiqueta "Vacío" (ver Anexo 6).
2	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Notifica al jefe de planta la cantidad de cilindros vacíos que se encuentran en bodega
3	Jefe de División de Suministros y Apoyo Logístico	De acuerdo a solicitud del jefe de planta respectivo, realiza la carta de autorización donde se indica el número de identificación de los cilindros a retirar una vez se encuentran vacíos.
4	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Verifica que los números de identificación de los cilindros que el transportador de la empresa proveedora de cloro va a sacar de la bodega de la planta de tratamiento coincidan con los que aparecen en la carta de autorización.
5	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Supervisa que en el momento de subir los contenedores al vehículo transportador, estos no sean golpeados y sean acomodados en un solo tendido.

#### 4.4. MANTENIMIENTO DE LA BODEGA DE INSUMOS QUÍMICOS

PASO No.	CARGO	DESCRIPCIÓN
1	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Semanalmente realiza aseo general a la bodega de insumos químicos.

**Cont. Anexo 33**


<b>No Aplica</b>	<b>GUIA MANEJO DE BODEGAS DE INSUMOS QUIMICOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>	
<b>G PT 705-001</b>		
<b>Rev.: 0</b>		
<b>DIVISION DE TRATAMIENTO</b>		

2	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Diariamente revisa el estado de las instalaciones donde se encuentra dispuesto el material, verifica que los insumos se encuentren en perfecto estado y a salvo de humedad y supervisa el aseo realizado por el funcionario de Oficios varios asignado a la planta de tratamiento. Si hay alguna novedad informa al funcionario de oficios varios para su corrección.
3	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Revisa que estén claramente señalizados los insumos que siguen en orden de fecha de llegada, es decir los clasifica de acuerdo a su tiempo de almacenamiento, esto con la intención de utilizar en primer lugar los insumos que llegaron primero.
4	Ayudante de Operador de Planta de Tratamiento	Realiza un inventario de acuerdo con la frecuencia mínima o cuando lo solicite el Jefe de Planta de Tratamiento para constatar que las existencias de la bodega coinciden con los datos consignados en el formato Movimiento diario de insumos químicos F TR 704-001 (ver Anexo 2) y en el formato Control de Insumos químicos F PT 705-001 (ver Anexo 3).

**5. ANEXOS**

- Anexo 1 Formato Reporte de Novedades F SGC 805-001
- Anexo 2 Formato Movimiento diario de insumos químicos F TR 704-001
- Anexo 3 Formato Control de Insumos Químicos F PT 705-001
- Anexo 4 Formato Descargue Contenedores de Cloro Líquido F PT 705-007
- Anexo 5 Formato Instalación Contenedores de Cloro Líquido F PT 705-008
- Anexo 6 Tarjetas para identificación de contenedores de Cloro Líquido


### Anexo 34. Generación de un pedido mediante módulo SAFI

PORTADA	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		

**I SL 704-007 GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI**

<b>ELABORA:</b> SL	<b>REVISA:</b> GA	<b>APRUEBA:</b> GA	<b>CONTROLA:</b> SGC
<b>FECHA: 17-11-04</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>	<b>FECHA:</b>

## Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		

### 1. OBJETIVO

Establecer la serie de pasos a seguir para efectuar un pedido mediante el Sistema Administrativo y Financiero SAFI.

### 2. ALCANCE

Este instructivo es aplicado por cualquier funcionario del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. que cuente con una contraseña para ingresar al SAFI, cada vez que necesite algún insumo químico o suministro para su dependencia, hasta que el jefe de la Sección Almacén General recibe el pedido.

### 3. RESPONSABILIDADES


Las actividades enunciadas en este instructivo son responsabilidad del funcionario autorizado para realizar pedidos mediante el sistema SAFI.

### 4. DESCRIPCION

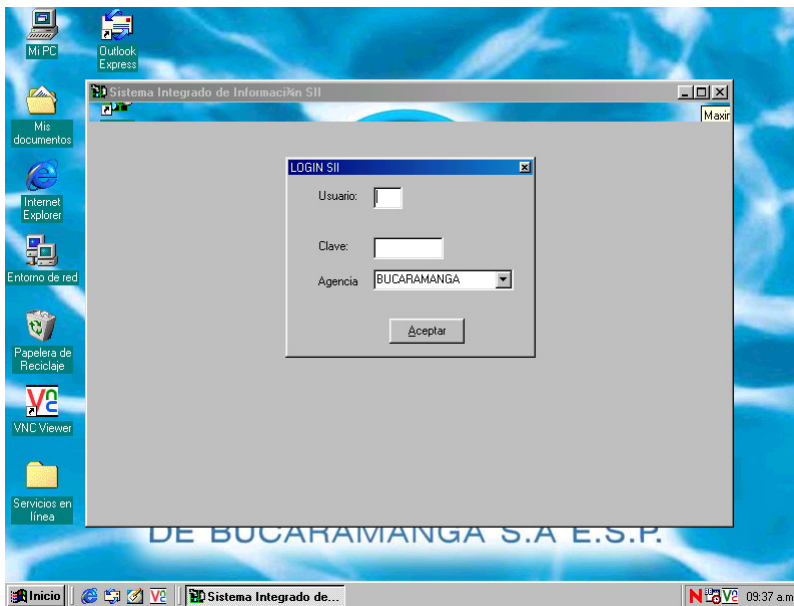
4.1. Ubica el icono SII.EXE en el escritorio del computador y hace doble clic sobre este.



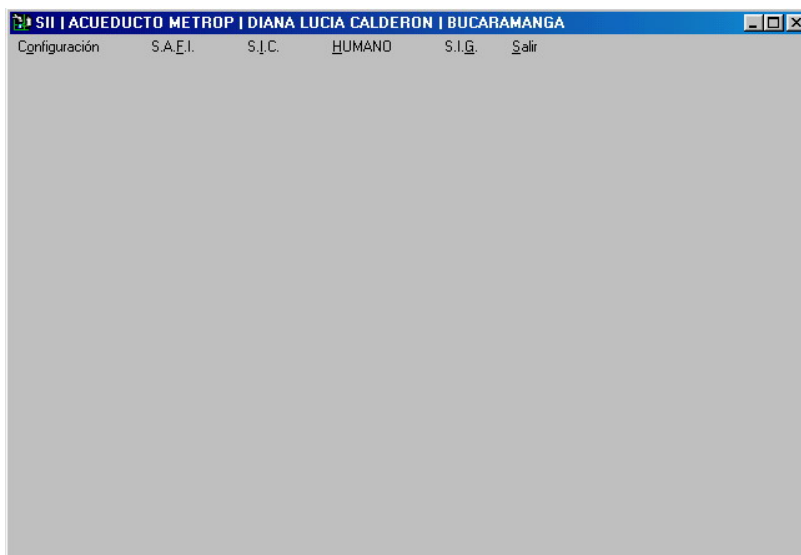
## Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		


4.2. En la pantalla aparece la ventana de LOGIN del sistema donde el funcionario debe ingresar su número de usuario y su clave, luego hace clic en “Aceptar”.



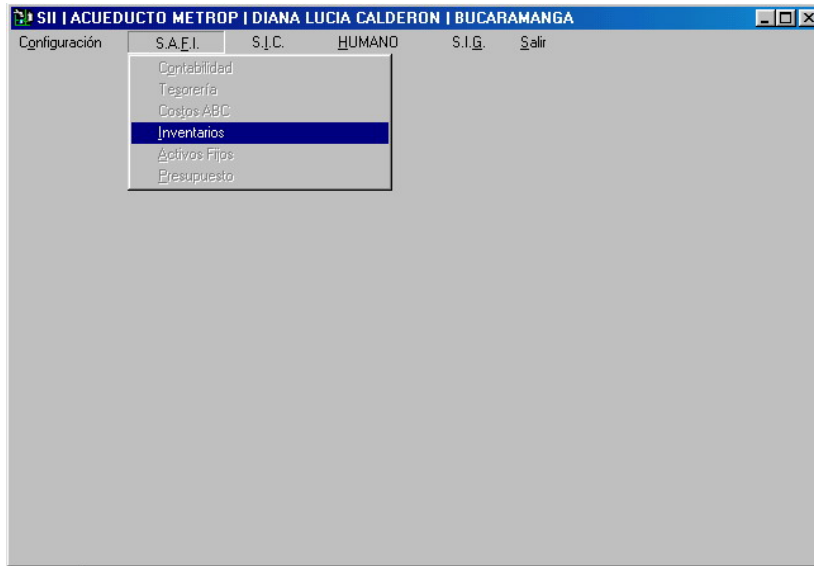
4.3. En la pantalla del computador aparece la ventana de inicio del Sistema.



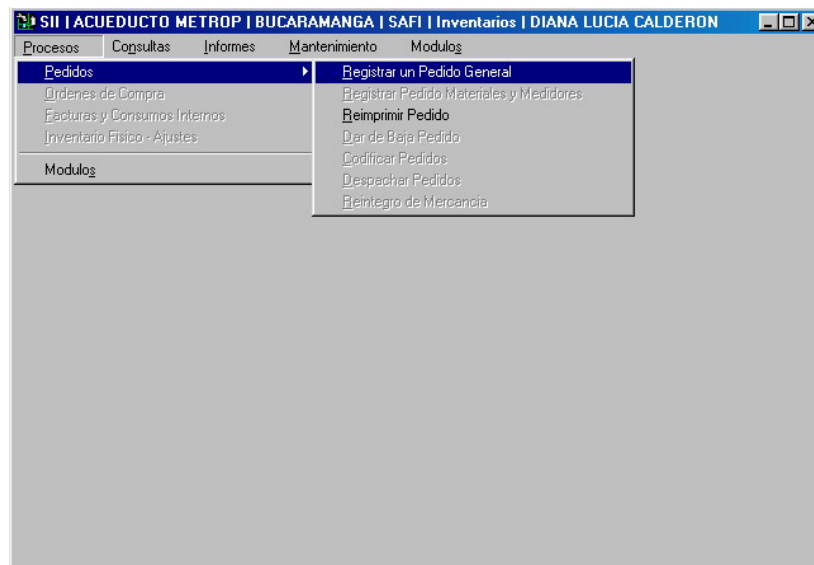
## Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		


4.4. El usuario debe hacer clic sobre el menú S.A.F.I. y posteriormente en la opción inventarios.



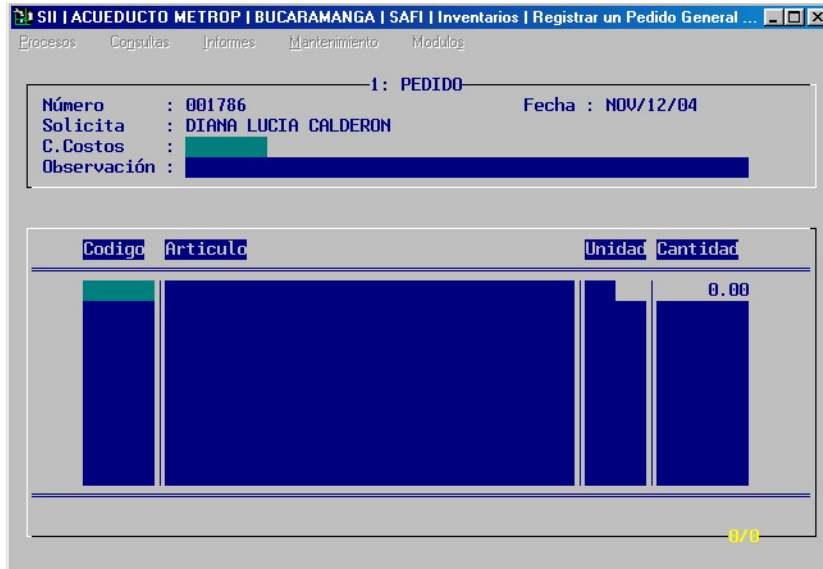
4.5. Una vez se encuentra en la ventana de Sistema S.A.F.I. de inventarios, busca el menú procesos, hace clic en él, coloca el puntero del Mouse sobre la opción pedidos y cuando se despliega el submenú hace clic en la opción “Registrar un Pedido General”.



### Cont. Anexo 34

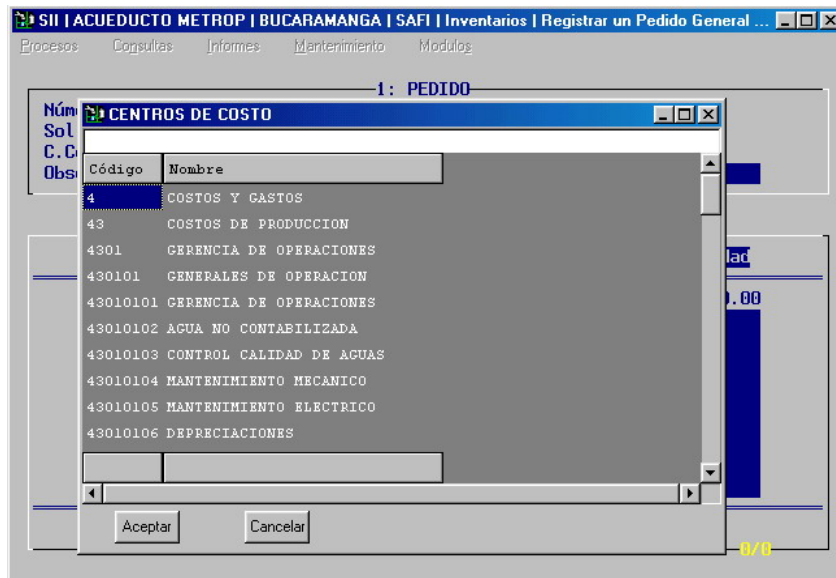
No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		

4.6. Inmediatamente aparece la ventana donde se registran las características del pedido a realizar.




Codigo	Articulo	Unidad	Cantidad
			0.00

4.7. Para especificar el Centro de Costos al cual se debe cargar el pedido, presiona la tecla F9 e inmediatamente se despliega la ventana donde se listan todos los centros de costos del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.

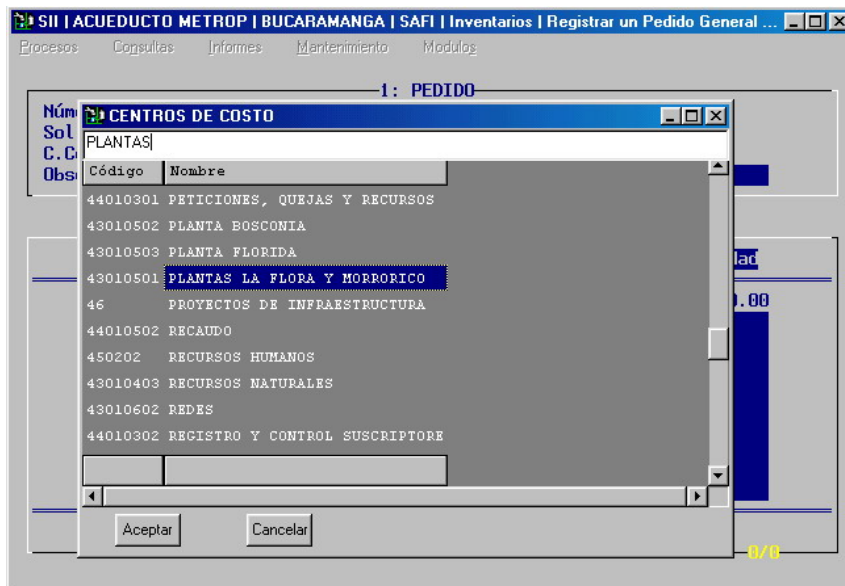


Código	Nombre
4	COSTOS Y GASTOS
43	COSTOS DE PRODUCCION
4301	GERENCIA DE OPERACIONES
430101	GENERALES DE OPERACION
43010101	GERENCIA DE OPERACIONES
43010102	ACUA NO CONTABILIZADA
43010103	CONTROL CALIDAD DE AGUAS
43010104	MANTENIMIENTO MECANICO
43010105	MANTENIMIENTO ELECTRICO
43010106	DEPRECIACIONES

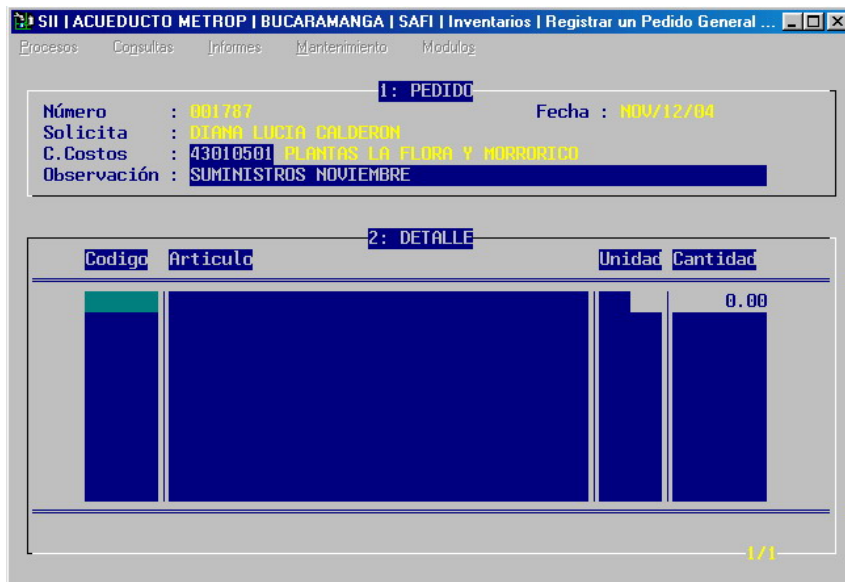
### Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		


4.8. Haciendo clic en cualquiera de los ítems contenidos en la columna “Nombre” y luego lleva el puntero del Mouse a la parte superior de la ventana y hace clic en el espacio en blanco, inmediatamente empieza a titilar el cursor, entonces escribe las primeras letras del centro de costos y la lista se dirige automáticamente hasta donde este se encuentra.



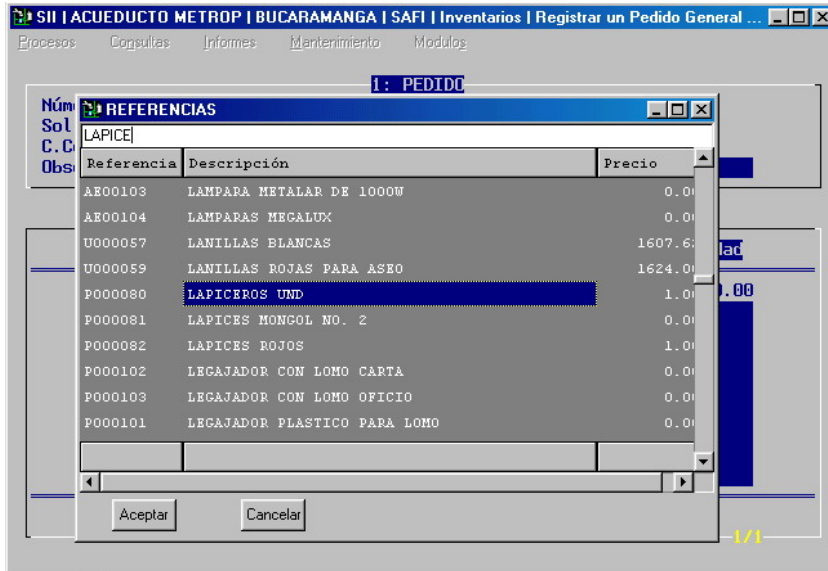
4.9. Una vez se selecciona el centro de costo indicado, hace clic en “Aceptar” y regresa a la ventana “Registrar un pedido general”, y en el campo “Observación” ingresa una breve descripción del pedido. Al presionar “ENTER” el cursor se desplaza al primer renglón de la columna código.



### Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		

4.10. Para desplegar el listado de artículos que se manejan dentro del inventario de Almacén General presiona la tecla “F9”.

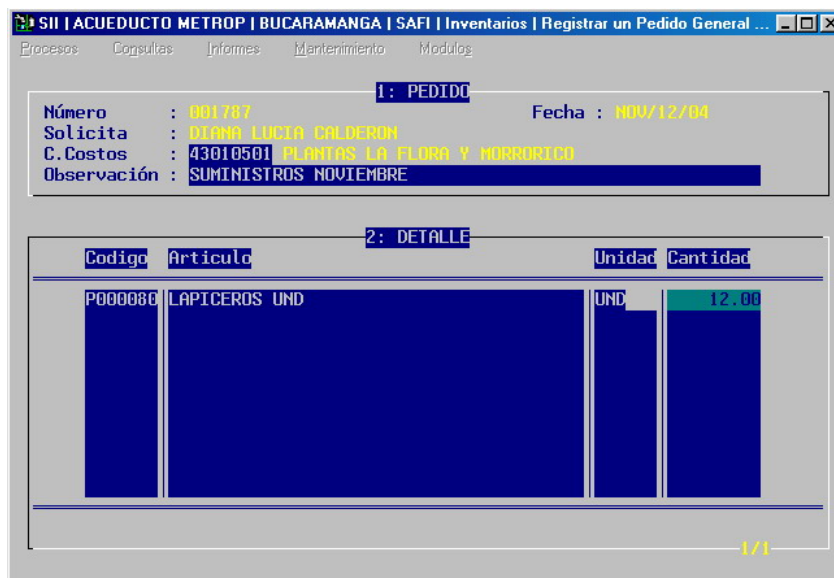


The screenshot shows a window titled 'SII | ACUEDUCTO METROP | BUCARAMANGA | SAFI | Inventarios | Registrar un Pedido General ...'. The main area is labeled '1: PEDIDO' and contains a table with the following data:

Referencia	Descripción	Precio
AR00103	LAMPARA METALAR DE 1000W	0.00
AR00104	LAMPARAS MEGALUX	0.00
U000057	LANILLAS BLANCAS	1607.60
U000059	LANILLAS ROJAS PARA ASEO	1624.00
P000080	LAPICEROS UND	1.00
P000081	LAPICES MONGOL NO. 2	0.00
P000082	LAPICES ROJOS	1.00
P000102	LECAJADOR CON LOMO CARTA	0.00
P000103	LECAJADOR CON LOMO OFICIO	0.00
P000101	LECAJADOR PLÁSTICO PARA LOMO	0.00

Buttons 'Aceptar' and 'Cancelar' are visible at the bottom of the window.

4.11. Selecciona el producto a pedir y presiona “Aceptar”. Si el producto que necesita no aparece en el listado, presiona cancelar e ingresa manualmente el nombre del producto. En la columna “Unidad” especifica la unidad de pedido




The screenshot shows the '2: DETALLE' view of the order. It displays the following information:

Número : 001717      Fecha : NOV/12/04  
Solicita : DIANA LUCIA CALDERON  
C. Costos : 43010501 PLANTAS LA FLORA Y HORRORICO  
Observación : SUMINISTROS NOVIEMBRE

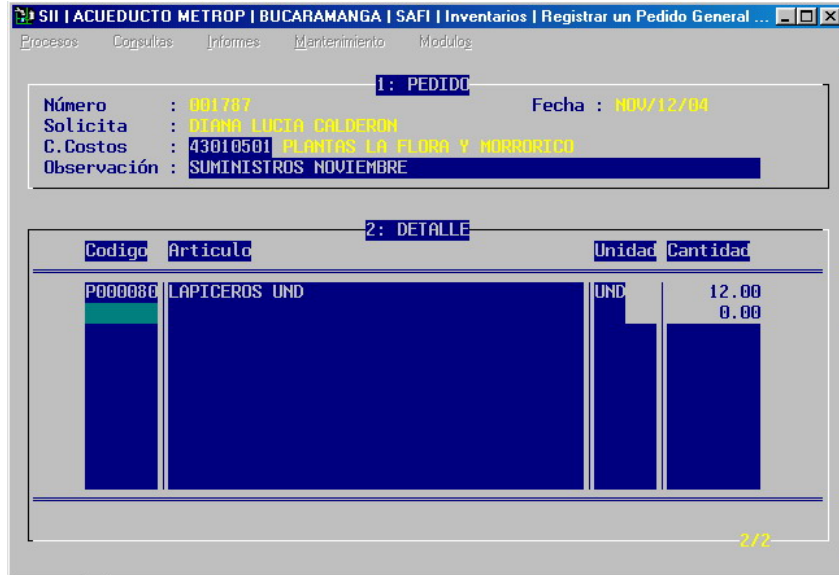
Codigo	Articulo	Unidad	Cantidad
P000080	LAPICEROS UND	UND	12.00

Buttons 'Aceptar' and 'Cancelar' are visible at the bottom of the window.

### Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		

4.12. Al presionar la tecla “F3” baja a la siguiente fila del campo “DETALLE” y repite el mismo procedimiento para incluir artículos en el pedido.



1: PEDIDO

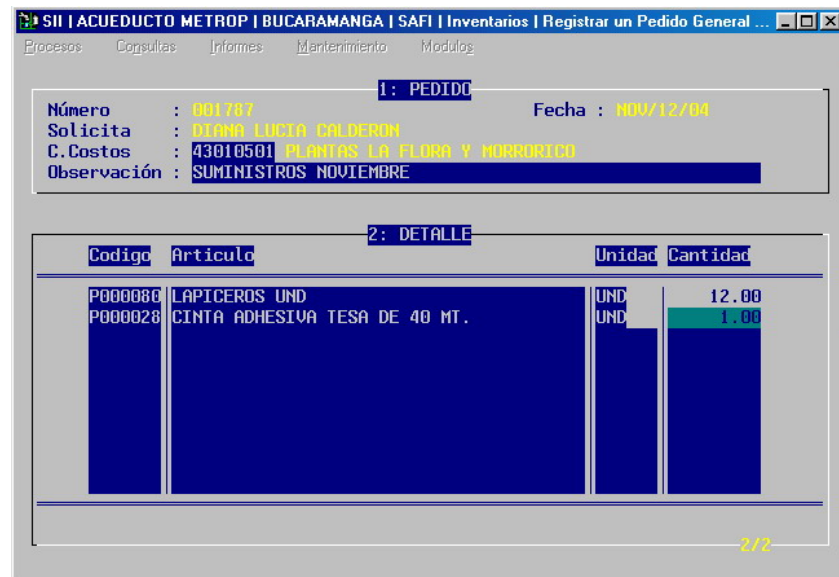
Número : 001787 Fecha : NOV/12/04  
Solicita : DIANA LUCIA CALDERON  
C.Costos : 43010501 PLANTAS LA FLORA Y NORORICO  
Observación : SUMINISTROS NOVIEMBRE

2: DETALLE

Codigo	Articulo	Unidad	Cantidad
P000080	LAPICEROS UND	UND	12.00 0.00

2/2

4.13. Mediante este método el usuario puede incluir la cantidad de artículos que necesite.



1: PEDIDO


Número : 001787 Fecha : NOV/12/04  
Solicita : DIANA LUCIA CALDERON  
C.Costos : 43010501 PLANTAS LA FLORA Y NORORICO  
Observación : SUMINISTROS NOVIEMBRE

2: DETALLE

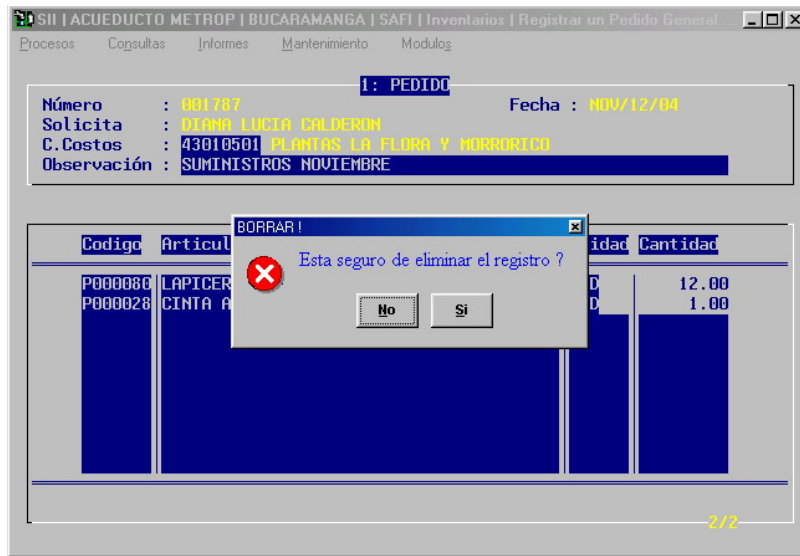
Codigo	Articulo	Unidad	Cantidad
P000080	LAPICEROS UND	UND	12.00
P000028	CINTA ADHESIVA TESA DE 40 MT.	UND	1.00

2/2

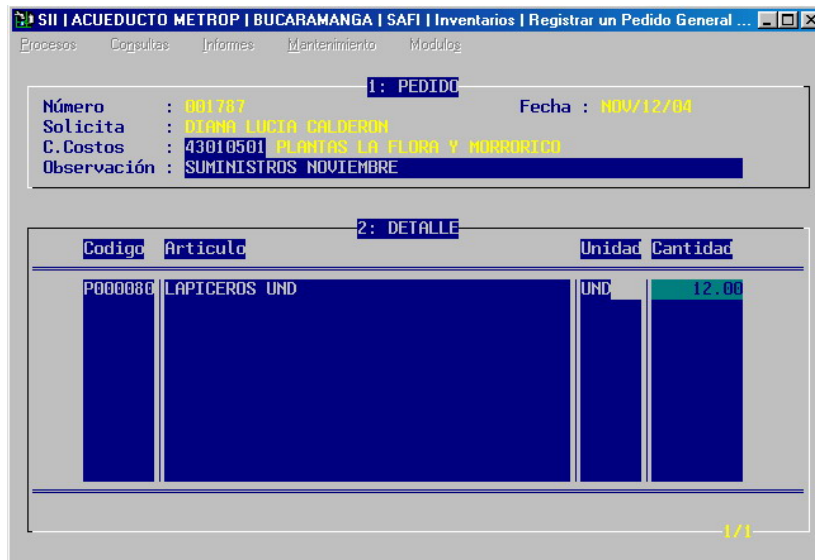
### Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		


4.14. Si desea borrar algún registro del pedido debe presionar las teclas “SHIFT” y “F3” al tiempo, inmediatamente aparece un mensaje emergente donde pregunta: Está seguro de eliminar el registro?, si desea borrar el registro hace clic en Si, de lo contrario hace clic en No.



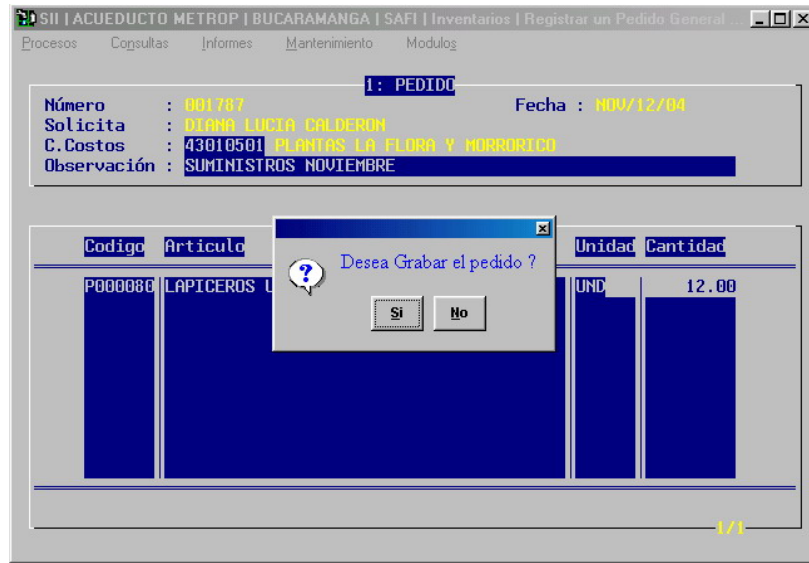
4.15. Luego de borrar el registro regresa a la ventana “Registrar un Pedido General” donde se muestran los artículos que



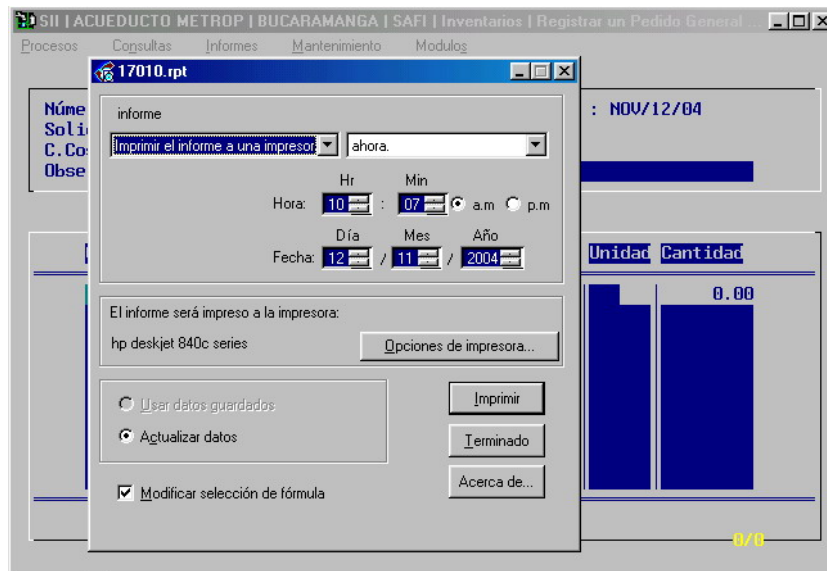
### Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		


4.16. Para grabar el pedido presiona la tecla “F2” y aparece la ventana emergente: “Desea Grabar el pedido?”, si desea grabar el pedido hace clic en “Si”, de lo contrario hace clic en “No”.



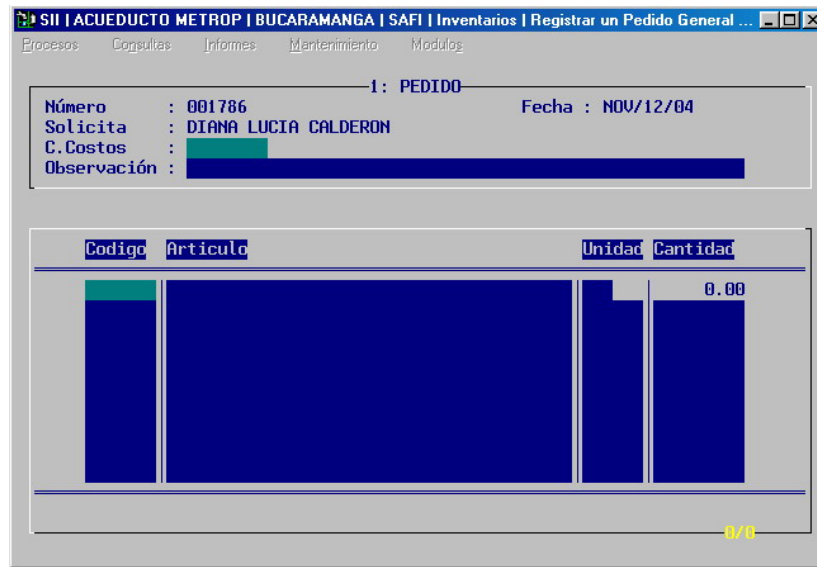
4.17. Una vez el pedido ha sido grabado en el sistema aparece la ventana de impresión, en esta se le da al usuario la opción de imprimir el pedido, esto lo puede hacer dando clic en el botón “Imprimir”. Si el usuario no desea imprimir el pedido hace clic en “Terminado”.



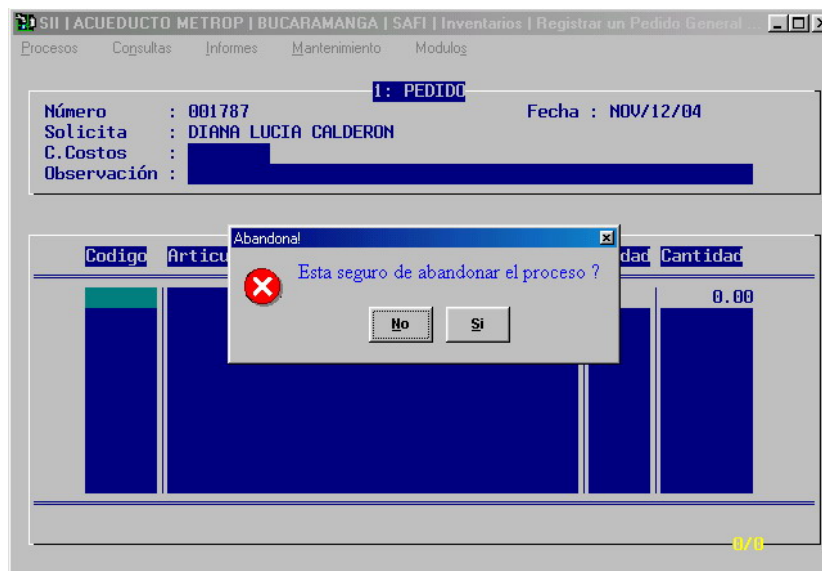
### Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		


4.18. Luego de salir de la ventana de impresión regresa a la ventana: “Registrar un Pedido General”. Si desea realizar un nuevo pedido repite los pasos 7 a 17, si desea salir del módulo simplemente presiona la tecla “ESC”.



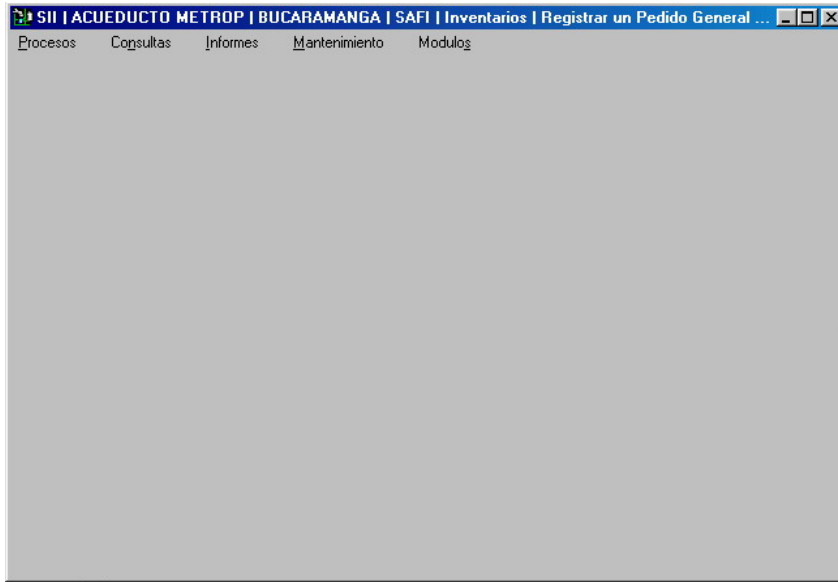
4.19. En la pantalla aparece el mensaje emergente “Está seguro de abandonar el proceso?”, si desea abandonar el proceso haga clic en “Si” de lo contrario haga clic en “No” para continuar en la ventana.



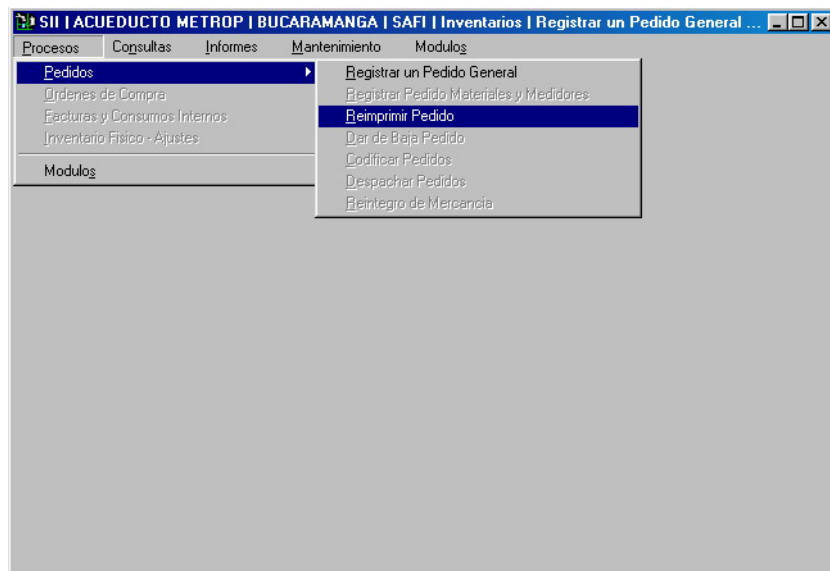
## Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		


4.20. El usuario regresa a la ventana principal del módulo SAFI.



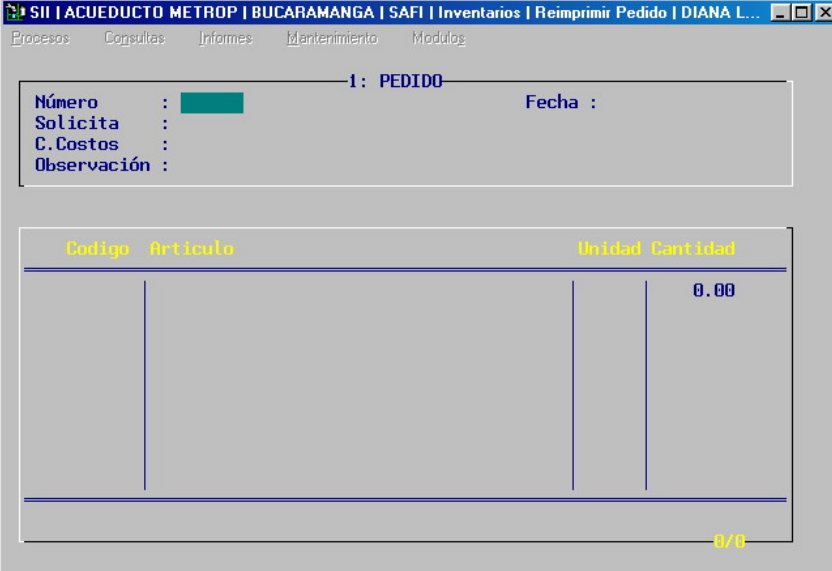
4.21. Para reimprimir un pedido hace clic en el menú "Procesos", coloca el puntero del Mouse sobre el submenú "Pedidos" y luego hace clic en la opción Reimprimir Pedido.



## Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		

4.22. En la pantalla aparece la ventana “Reimprimir Pedido”.



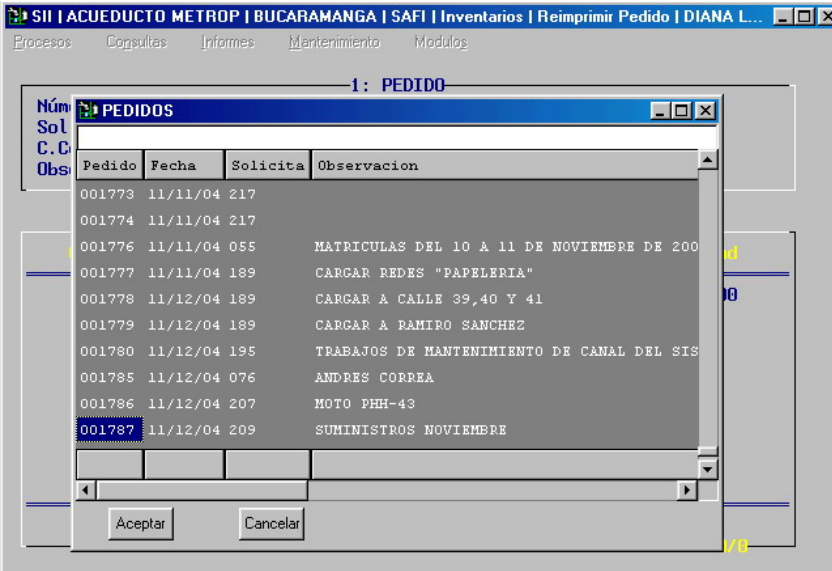
1: PEDIDO

Número :  Fecha :  
Solicita :  
C. Costos :  
Observación :

Codigo	Artículo	Unidad	Cantidad
			0.00

0/1

4.23. Presiona la tecla “F9” aparece el listado de todos los pedidos realizados por los diferentes usuarios del sistema.



1: PEDIDO


Núm. Sol. C. C. Obs.

Pedido	Fecha	Solicita	Observacion
001773	11/11/04	217	
001774	11/11/04	217	
001776	11/11/04	055	MATRICULAS DEL 10 A 11 DE NOVIEMBRE DE 200
001777	11/11/04	189	CARGAR REDES "PAPELERIA"
001778	11/12/04	189	CARGAR A CALLE 39,40 Y 41
001779	11/12/04	189	CARGAR A RAMIRO SANCHEZ
001780	11/12/04	195	TRABAJOS DE MANTENIMIENTO DE CANAL DEL SIS
001785	11/12/04	076	ANDRES CORREA
001786	11/12/04	207	MOTO PHH-43
001787	11/12/04	209	SUMINISTROS NOVIEMBRE

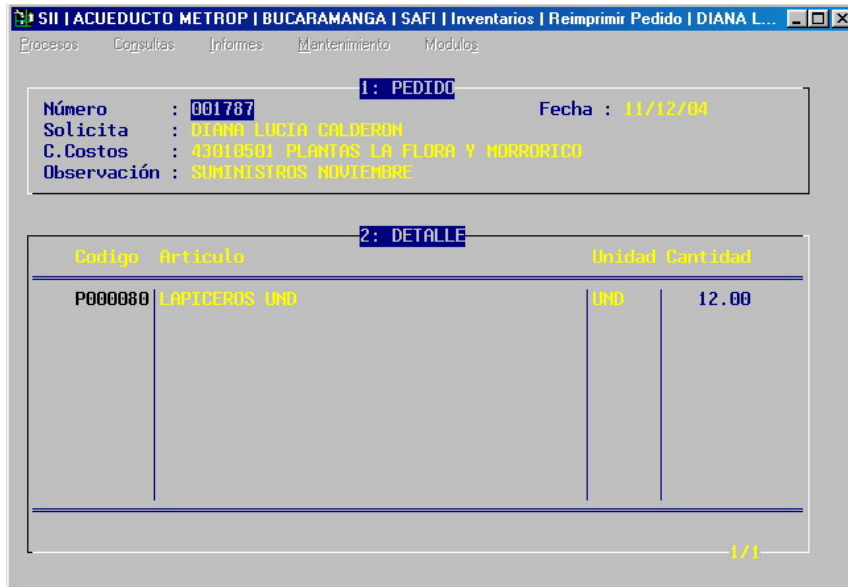
Aceptar Cancelar

0/1

### Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		

4.24. Selecciona el pedido que desea reimprimir y hace clic en “Aceptar”, inmediatamente vuelve a la ventana “Reimprimir Pedido” donde aparecen todas las características de pedido realizado con anterioridad.



The screenshot shows a software window titled 'SII | ACUEDUCTO METROP | BUCARAMANGA | SAFI | Inventarios | Reimprimir Pedido | DIANA L...'. The window contains the following information:

**1: PEDIDO**

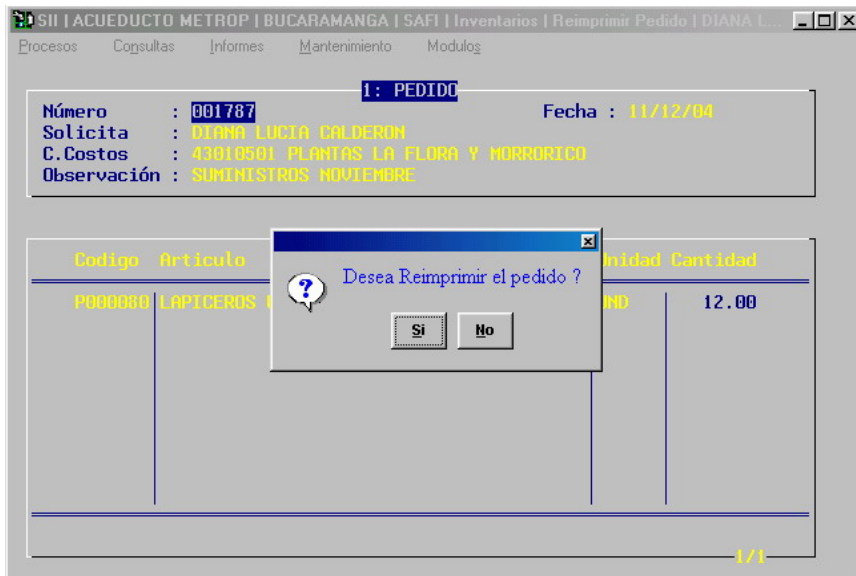
Número : 001787      Fecha : 11/12/04  
Solicita : DIANA LUCIA CALDERON  
C.Costos : 43010501 PLANTAS LA FLORA Y HORRORICO  
Observación : SUMINISTROS NOVIEMBRE

**2: DETALLE**

Código	Artículo	Unidad	Cantidad
P000080	LAPICEROS UNO	UNO	12.00

1/1

4.25. Presiona la tecla “F2” y aparece el mensaje emergente “Desea reimprimir el pedido?”, si desea reimprimirlo hace clic en “Si” de lo contrario hace clic en “No”.



The screenshot shows the same software window as above, but with a confirmation dialog box overlaid. The dialog box has a question mark icon and the text 'Desea Reimprimir el pedido?'. It contains two buttons: 'Si' and 'No'.

**1: PEDIDO**


Número : 001787      Fecha : 11/12/04  
Solicita : DIANA LUCIA CALDERON  
C.Costos : 43010501 PLANTAS LA FLORA Y HORRORICO  
Observación : SUMINISTROS NOVIEMBRE

**2: DETALLE**

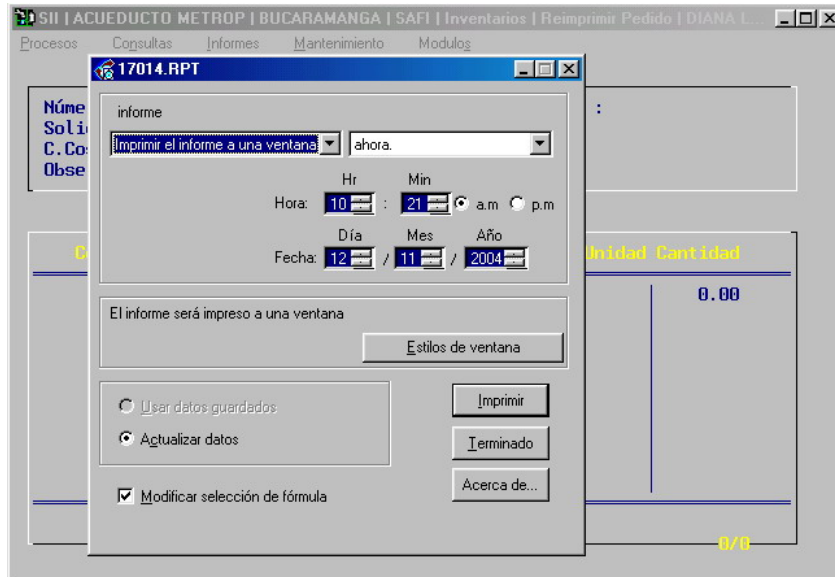
Código	Artículo	Unidad	Cantidad
P000080	LAPICEROS UNO	UNO	12.00

1/1

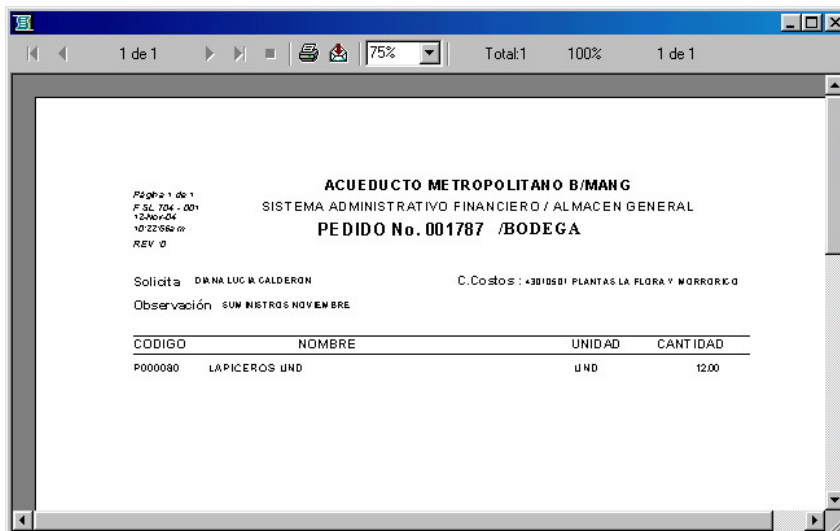
## Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		

4.26. En la pantalla aparece la ventana de impresión donde se da la opción de visualizar el informe antes de imprimirlo.



4.27. Para visualizar el informe antes de imprimirlo selecciona la opción “Imprimir el informe a una ventana” y hace clic en el botón “Imprimir”, inmediatamente aparece la ventana de visualización.




1 de 1 75% Total:1 100% 1 de 1

ACUEDUCTO METROPOLITANO B/MANG  
SISTEMA ADMINISTRATIVO FINANCIERO / ALMACEN GENERAL  
PEDIDO No. 001787 /BODEGA

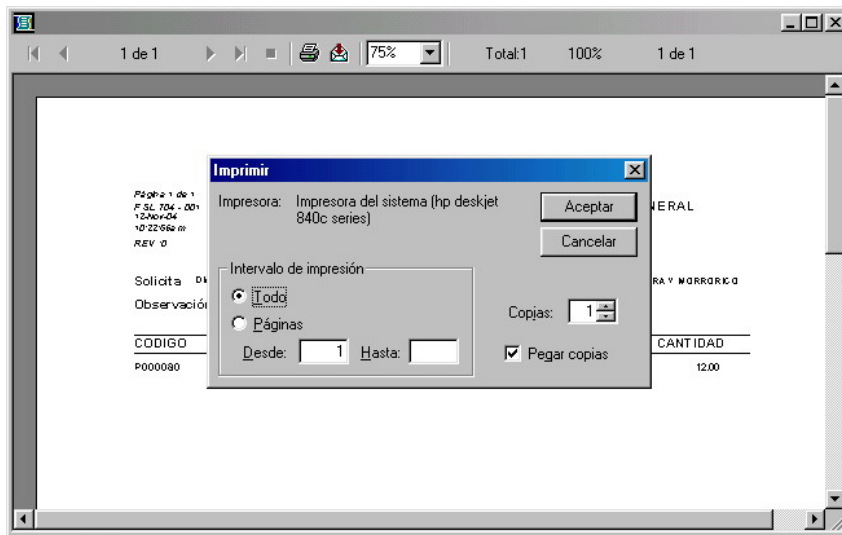
Solista DIANA LUCIA CALDERON C.Costos : 43018501 PLANTAS LA FLORA Y MORRORROCO  
Observación SUMINISTROS NOVIEMBRE

CODIGO	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD
P000090	LAPICEROS UND	UND	1200

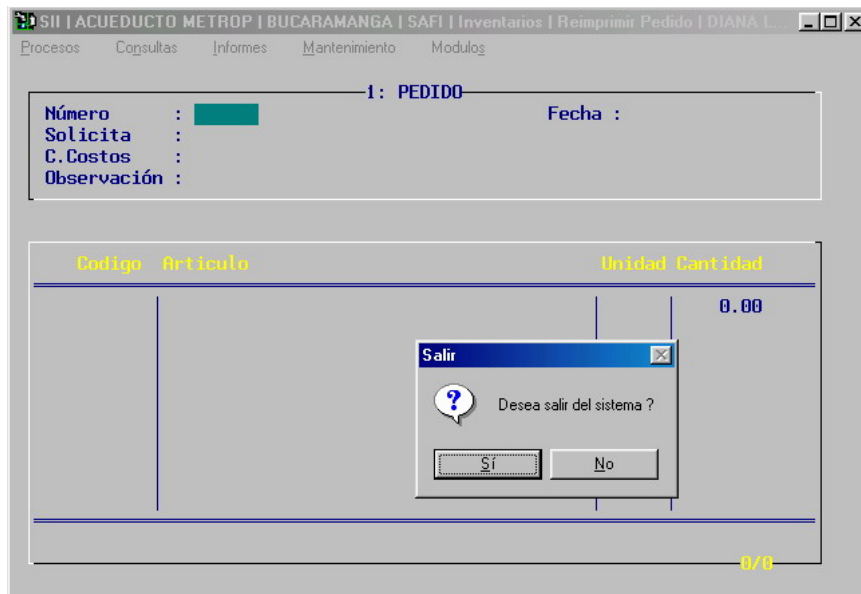
### Cont. Anexo 34

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		


4.28. Para imprimir el informe desde la ventana de visualización hace clic en el botón de la barra de herramientas donde aparece una impresora y aparece la ventana emergente “Imprimir” para imprimir el informe en la impresora predeterminada de computador hace clic en el botón “Aceptar”, inmediatamente la impresora comienza a imprimir el documento, ver Anexo 1. Si no desea imprimir el informe hace clic en la “X” ubicada en la esquina superior derecha de la ventana y esta se cierra inmediatamente.



4.29. Luego de imprimir en papel el informe regresa a la ventana “Reimprimir Pedido”. Si desea reimprimir otro pedido repite los pasos 23 a 28, de lo contrario presiona la tecla “ESC” para salir del sistema. Si desea salir del sistema hace clic en “Si”, de lo contrario hace clic en “No”.



**Cont. Anexo 34**

No Aplica	GENERACION DE UN PEDIDO MEDIANTE MÓDULO SAFI	
I SL 704-007		
Rev.: 0		
DIVISION DE SUMINISTROS Y APOYO LOGISTICO		

**5. REGISTROS**

Pedido F SL 704-001

**6. ANEXOS**

Anexo 1 Pedido F SL 704-001

## GLOSARIO

**ADUCCIÓN:** componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.

**AGUA CRUDA:** agua superficial o subterránea en estado natural; es decir, que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.

**AGUA FILTRADA:** cantidad de agua que se registra en el proceso de filtración para un periodo de tiempo determinado. Corresponde al promedio de consumo del usuario más el consumo por áreas comunes.

**AGUA NO CONTABILIZADA:** se define como la relación de los volúmenes de agua cruda que entran a las plantas de tratamiento y facturación. El Agua No Contabilizada contiene dos elementos: consumo de cada planta y los perdidos por fuga en válvulas compuestas. La medida de Agua No Contabilizada es el porcentaje sobre la cantidad de agua tratada.

**AGUA POTABLE:** es aquella que por cumplir las normas de calidad establecidas en el Decreto 475 de 1998, es apta para el consumo humano, sin producir efectos adversos a la salud.

**AGUA PRODUCIDA:** cantidad de agua potable que se entrega a las redes de distribución para el consumo.

**ALMACENAMIENTO DE AGUA:** acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios. Altura dinámica total Energía suministrada por una bomba a un flujo en

tuberías, expresada en términos de cabeza, obtenida como la suma de la altura estática en la succión, de las pérdidas de energía por fricción y pérdidas menores en la succión y en la impulsión, y de la presión requerida al final de la línea de impulsión.

**BOCATOMA:** estructura hidráulica que capta el agua desde una fuente superficial y la conduce al sistema de acueducto.

**CANAL:** conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

**CAPTACIÓN:** conjunto de estructuras necesarias para obtener el agua de una fuente de abastecimiento.

**CONDUCCIÓN COMPONENTE:** a través del cual se transporta agua potable, ya sea a flujo libre o a presión.

**CONDUCTO:** estructura hidráulica destinada al transporte de agua.

**CUENCA HIDROGRÁFICA:** superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

**DESARENADOR:** componente destinado a la remoción de las arenas y sólidos que están en suspensión en el agua, mediante un proceso de sedimentación mecánica.

**DESINFECCIÓN:** proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua.

**ESTACIÓN DE BOMBEO:** componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.

**FILTRO:** dispositivo utilizado para evitar la entrada de material fino de un acuífero a la tubería de extracción de un pozo de agua subterránea.

**FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA:** depósito o curso de agua superficial o subterráneo, natural o artificial, utilizado en un sistema de suministro de agua.

**OPERACIÓN:** constituye el conjunto de actividades y acciones que deben ser realizadas por el personal encargado de la misma, con el fin de conseguir que cada uno de los componentes del sistema y el sistema en total trabajen cumpliendo adecuadamente la función para la cual fue establecida y produzca los resultados que le corresponden.

**POTABILIZACIÓN:** secuencia de procesos para transformar el agua cruda en agua potable.

**SEDIMENTACIÓN:** proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad.

**TIPO DE USUARIO:** diferentes clases de usuarios que pueden existir (residenciales, industriales, comerciales, institucionales y otros).

**TUBERÍA:** ducto de sección circular para el transporte de agua.

**USUARIO:** persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le conoce también como consumidor. (Ley 142 de 1994).

## CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS ESPECÍFICOS

<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	<b>LOGRO</b>
Realizar un diagnóstico que permita observar la situación actual del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. teniendo en cuenta los sistemas de control de inventarios, el manejo de los almacenes, el software y los documentos utilizados para su seguimiento.	Numeral 4.4
Sensibilizar al personal del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. sobre la importancia de una respuesta eficiente en todas las actividades de apoyo de la empresa.	Numeral 5.1.1 y Numeral 5.2.10
Capacitar al personal del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P. en el manejo de los sistemas de información y administración de la cadena de suministro.	Numeral 5.2.13 y Numeral 5.2.14
Diseñar y documentar los elementos necesarios para la mejora de los sistemas de compra y administración de inventarios.	Numeral 5.1 y Numeral 5.2

<b>LOGROS ADICIONALES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Apoyo a la implementación del Sistema de Gestión de la calidad en las demás dependencias del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.</li><li>• Apoyo a la implementación del Sistema de Gestión de Archivo Documental.</li></ul>

## **BIBLIOGRAFÍA**

LIEBERMAN, Gerald J., Hillier, Frederick S., Introducción a la Investigación de Operaciones Séptima edición. México: MC Graw Hill, 2.002.

CHASE, Richard. Administración de Producción y Operaciones: Manufactura y Servicios. Octava Edición. Santa Fé de Bogotá: Mc Graw Hill, 2.000.

BALLOU, Ronald. Business Logistics Management. Fourth Edition. United States: Prentice Hall, 1.999.

NARASINHAM, Sim. Planeación de la producción y control de inventarios. México: Prentice Hall, 1.996.

RUSSELL, Roberta S. y TAYLOR, Bernard W. Operations Management. Tercera edición. Estados Unidos: Prentice Hall, 2.000.

MACHUCA, Alberto Domínguez. Dirección de Operaciones. México: Mc Graw Hill, 1.995.

BELTRAN, Jesús Mauricio. Indicadores de Gestión, Herramientas para lograr la competitividad. Santa fe de Bogotá: 3R Editores, 1.998.

PALACIO, Alberto. Conceptos Modernos de Administración de Compras: Una nueva visión de las negociaciones entre proveedores y compradores. Primera Edición, Santa Fe de Bogota: Norma, 2.002.