

**OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN Y
COSTOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS Y ARCILLA SITUADAS EN LA EMPRESA
FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. DE LA CIUDAD
DE BARRANCABERMEJA**

CAROLINA DÍAZ BETANCUR

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2005**

**OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN Y
COSTOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS Y ARCILLA SITUADAS EN LA EMPRESA
FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. DE LA CIUDAD
DE BARRANCABERMEJA**

CAROLINA DÍAZ BETANCUR

**Trabajo de grado presentado como requisito
para optar el título de Ingeniero Industrial**

Ing. GUSTAVO ALFREDO BULA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2005**

TITULO*: **OPTIMIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN Y COSTOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS Y ARCILLA SITUADAS EN LA EMPRESA FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. DE LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA**

AUTORES: DÍAZ BETANCUR, Carolina**.

PALABRAS CLAVES: **Sistema de Costos, Base de Datos, Arcilla, Agua, Sistemas de Medición, Fertilcol**

CONTENIDO:

El estudio realizado en Fertilizantes Colombianos S.A. permitirá a la administración de la Compañía utilizar la información de costos como un instrumento en la toma de decisiones administrativas; asimismo la evaluación y selección de los equipos de medición para flujo en las plantas de tratamiento de aguas, sirve como base para posteriores investigaciones, para este análisis fue necesario la integración de diversas áreas de la Compañía para su desarrollo.

Este documento se dividió en nueve capítulos cada uno de los cuales presenta de una manera clara y detallada las actividades desarrolladas para el alcance de los objetivos propuestos. Dada la complejidad de los procesos desarrollados en la Compañía el estudio de costos y de medición se centró en la Plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas, por ser áreas de gran importancia para el desarrollo de los procesos productivos.

Con el modelo de costos propuesto se logra determinar con exactitud el costo de producción para una tonelada métrica de arcilla y para cada tratamiento de agua (suavizada, clarificada, desmineralizada y potable), esto permitirá conocer de una manera más acertada el costo de producción para los demás productos de la Compañía en donde se requieran de estos insumos, ya que los procesos desarrollados en esta Empresa son de flujo continuo y homogéneos. Dada la importancia y complejidad del tema de Investigación se realizaron una serie de capacitaciones con el propósito de dar a conocer al personal importancia que tiene para la administración los sistemas de costos y de medición. Asimismo se diseñó un sistema de información de costos que permitirá determinar de una manera clara y precisa el costo de producción, mejorando sustancialmente el sistema utilizado actualmente.

* Práctica Empresarial

** Facultad FísicoMecánicas, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

TITLE*: OPTIMIZATION OF THE SYSTEMS OF MENSURATION AND COSTS IN THE PLANTS OF TREATMENT OF WATERS AND LOCALED CLAY IN THE FERTILIZANTES COLOMBIANOS COMPANY IN BARRANCABERMEJA CITY.

AUTHORS: **DIAZ BETANCUR, Carolina**.**

KEYWORDS: **System of Costs, database, Clay, Dilutes, Systems of Mensuration, Fertilcol**

CONTENT:

The study made in Fertilizantes Colombianos S.A. it will allow to the administration of the Company to use the information of costs like an instrument for taking of administrative decisions; also the evaluation and selection of the mensuration teams for flow in the plants of treatment of waters, use like a base for posteriors investigations. For this analysis it was necessary the integration of diverse areas of the Company for their development.

This document was divided in nine chapters each one of which it presents in a clear and detailed way the activities developed for the reach of the proposed objectives. Given the complexity of the processes developed in the Company the study of costs and of mensuration it was centered in the Plants of Clay and of Treatment of Waters, to be areas of great importance for the development of the productive processes. With the proposed pattern of costs it is possible to determine with accuracy the production cost for a metric ton of clay and for each treatment of water (softened, clarified, desmineralizada and drinkable), this will allow to know in a more guessed right way the production cost for the other products of the Company where are required of these inputs, since the processes developed in this Company they are of continuous and homogeneous flow.

Given the importance and complexity of the topic of Investigation were made a series of trainings with the purpose of giving to know to the personal importance that has for the administration the systems of costs and of mensuration. As well was designed a system of information of costs that will allow to determine in a clear and specifies way the production cost, improving the system used at the moment substantially.

* Managerial Practice

** Physic-Mechanical Faculty,

Director Gustavo Alfredo Bula

DEDICATORIA

Gracias a mis padres y a todos aquellos que creyeron en mí, por enseñarme con sus experiencias a ser una persona más preparada para enfrentar la vida y servir a los demás.

El diploma que hoy recibo representa el comienzo de una maravillosa etapa en mi vida, la cual quiero compartir con todos los que me apoyaron; a todos ellos les dedico el fruto de mi esfuerzo.

Carolina Díaz Betancur

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos a:

- A Dios por su guía y apoyo en las distintas circunstancias y durante toda mi vida.
- Al Economista Carmelo Enrique Reyes Herazo, Gerente General de Fertilizantes Colombianos S.A. por su valiosa e incondicional ayuda durante el desarrollo del proyecto.
- Al Ingeniero Gustavo Alfredo Bula, Docente de la Escuela de Ingeniería Industrial por su orientación profesional.
- A Reinaldo Silva Supervisor de Instrumentos de la Compañía, por sus conocimientos y valiosa colaboración durante el diagnóstico, análisis y evaluación de los sistemas de medición.
- A los Operadores de las Plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas, a las Direcciones de Producción e Ingeniería, a los Departamentos de Materiales y Contabilidad, por brindarme su ayuda y tiempo durante el desarrollo del proyecto.
- A mi familia por su apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	1
1 GENERALIDADES DEL PROYECTO	3
1.1 ANTECEDENTES	3
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.	3
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
1.3 ALCANCE.....	4
1.4 LIMITACIONES	5
1.5 CONTENIDO DEL INFORME	6
2 AMBIENTE DE DESARROLLO DEL PROYECTO.....	8
2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	8
2.2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	8
2.2.1 FILOSOFÍA CORPORATIVA.	9
2.2.1.1 MISIÓN.	9
2.2.1.2 VISIÓN.....	9
2.2.1.3 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	9

2.2.1.4 PORTAFOLIO DE PRODUCTOS. :	10
3 MARCO TEÓRICO	12
3.1 FUNDAMENTACIÓN GENERAL	12
3.2 MEDICIÓN	12
3.2.1 VARIABLE.	12
3.2.2 COSTO.	12
3.2.3 BASES DE DATOS.	13
3.3 FUNDAMENTACIÓN SOBRE MEDICIÓN.	13
3.3.1 . VARIABLES DE PROCESO.	13
3.3.1.1 PRESIÓN. CUALESQUIERA.	13
3.3.1.2 FLUJO.	13
3.3.1.3 NIVEL.	14
3.3.1.4 TEMPERATURA.	14
3.3.2 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.	14
3.3.2.1 EN FUNCIÓN DEL INSTRUMENTO.	15
3.3.2.2 EN FUNCIÓN DE LA VARIABLE DE PROCESO.	16
3.4 FUNDAMENTACIÓN SOBRE COSTOS	17
3.4.1 DEFINICIÓN DE LA CONTABILIDAD DE COSTOS.	18
3.4.2 ELEMENTOS FUNDAMENTALES DEL COSTO.	18

3.4.2.1 MATERIALES.	18
3.4.2.2 MANO DE OBRA.....	18
3.4.2.3 COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.	19
3.4.3 SISTEMAS DE COSTEO.	19
3.4.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE COSTEO.....	19
3.5 FUNDAMENTACIÓN SOBRE BASES DE DATOS.....	24
3.5.1 CONCEPTO.	24
3.5.2 COMPONENTES.	24
4 ESTADO ACTUAL DE LAS PLANTAS	25
4.1 PLANTA DE ARCILLA.....	25
4.1.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE ARCILLA.	25
4.1.2 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.	26
4.1.3 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS.....	27
4.1.4 BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	29
4.1.4.1 MOLIENDA.	29
4.1.4.2 PRODUCCIÓN.	29
4.1.4.3 BOMBEO.	30
4.2 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA.....	31
4.2.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	31

4.2.2	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA CAPTADA.	31
4.2.3	INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS.	32
4.2.4	BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.....	37
4.2.4.1	CLARIFICACIÓN.....	37
4.2.4.2	POTABILIZACIÓN..	38
4.2.4.3	SUAVIZACIÓN.	39
4.2.4.4	DESMINERALIZACIÓN.....	41
5	ESTUDIO DEL SISTEMA DE MEDICION	44
5.1	SISTEMA ACTUAL DE MEDICION	44
5.2	SISTEMA DE MEDICIÓN PLANTA DE ARCILLA.....	45
5.2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES.	46
5.2.2	INSTRUMENTOS UTILIZADOS.	46
5.3	PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS	48
5.3.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES.	48
5.3.2	INSTRUMENTOS UTILIZADOS.	49
5.3.2.1	ESTACIÓN DE BOMBEO Y TORRES DE ENFRIAMIENTO.	49
5.3.2.2	PLANTA DE CLARIFICACIÓN Y POTABILIZACIÓN.	49
5.3.2.3	PLANTA DE DESMINERALIZACIÓN Y SUAVIZACIÓN.	51

5.3.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO MEDICIÓN..	53
6 ANÁLISIS Y EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA ACTUAL DE MEDICIÓN.....	56
6.1 ANALISIS DEL SISTEMA ACTUAL DE MEDICIÓN.....	56
6.1.1 GENERALES.....	56
6.1.2 PLANTA DE ARCILLA.	57
6.1.3 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS.....	57
6.2 ANALISIS DE LA SITUACIÓN	58
6.2.1 PLANTA DE ARCILLA.	58
6.2.2 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS.....	58
6.3 DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS	59
6.3.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN.	59
6.3.1.1TECNOLOGÍA.	59
6.3.1.2PROVEEDORES.	62
6.3.2 PLANTA DE ARCILLA.	65
6.3.2.1 ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO.	65
6.3.2.2DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS.	66
6.3.3 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA.	82
6.3.3.1 ESPECIFICACIÓN DEL PRODUCTO.	82

6.3.3.2	DESCRIPCIÓN DE LAS PROPUESTAS.....	83
6.3.3.3	SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA..	89
7	ESTUDIO DEL SISTEMA DE COSTOS	104
7.1	SISTEMA ACTUAL DE COSTOS	104
7.1.1	FLUJO DE INFORMACIÓN.....	106
7.1.2	ELEMENTOS DEL COSTO EN LAS PLANTAS.	107
7.1.2.1	COSTO DE LOS MATERIALES.	108
7.1.2.2	COSTO DE LA MANO DE OBRA.	115
7.1.2.3	COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.	117
7.1.3	COSTO DE PRODUCCIÓN.	122
7.1.4	COMPROBANTES DE CONTABILIDAD.	122
7.2	SISTEMA DE COSTOS PLANTA DE ARCILLA.	123
7.2.1	MATERIALES.	123
7.2.2	MANO DE OBRA.	124
7.2.3	COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.	124
7.3	SISTEMA DE COSTOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS	126
7.3.1	MATERIALES. EL AGUA	129
7.3.2	MANO DE OBRA.	130
7.3.3	COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.	130

8	ANÁLISIS Y DETERMINACION DEL SISTEMA DE COSTOS.....	133
8.1	ANALISIS DEL SISTEMA ACTUAL DE COSTOS.....	133
8.2	DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE COSTOS.....	135
8.2.1	SELECCIÓN DEL SISTEMA DE COSTOS.	135
8.2.1.1	SISTEMA DE COSTOS POR ÓRDENES DE PRODUCCIÓN.	135
8.2.1.2	SISTEMA DE COSTOS POR PROCESOS.....	136
8.2.2	SELECCIÓN DE LA BASE DE COSTEO.	136
8.2.2.1	COSTOS REALES.	136
8.2.2.2	COSTOS PREDETERMINADOS.....	136
8.2.3	SELECCIÓN DEL MÉTODO DE COSTEO.....	137
9	DISEÑO DEL SISTEMA DE COSTOS	139
9.1	CONSIDERACIONES Y SUPUESTOS GENERALES	139
9.2	COSTOS ESTÁNDARES.....	140
9.2.1	ESTÁNDAR DE MATERIALES.	140
9.2.1.1	ESTÁNDAR DE CANTIDAD DE MATERIAL USADO.....	141
9.2.1.2	ESTÁNDARES DE PRECIO DEL MATERIAL.	141
9.2.2	ESTÁNDAR DE MANO DE OBRA.	141
9.2.2.1	ESTÁNDAR DE TIEMPO O CANTIDAD DE MANO DE OBRA.	141
9.2.2.2	ESTÁNDAR DE PRECIO O SALARIO.	141

9.2.3 ESTÁNDARES DE COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.	142
9.2.3.1 ESTÁNDAR DE PRECIO.	142
9.2.3.2 ESTÁNDAR DE CANTIDAD.	143
9.3 DETERMINACIÓN DE LOS ESTÁNDARES	143
9.3.1 PLANTA DE ARCILLA.	144
9.3.1.1 FIJACIÓN DEL ESTÁNDAR DE MATERIAL.	144
9.3.1.2 ESTÁNDAR DE CANTIDAD DE MATERIAL USADO.	144
9.3.1.3 ESTÁNDAR DE PRECIO DEL MATERIAL.	149
9.3.1.4 FIJACIÓN DEL ESTÁNDAR DE MANO DE OBRA.	157
9.3.1.5 ESTÁNDAR DE PRECIO O SALARIO.	159
9.3.2 ESTÁNDAR DE COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.	163
9.3.2.1 ESTÁNDAR DE PRECIO.	163
9.3.2.2 ESTÁNDAR DE CANTIDAD.	165
9.3.3 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS.	166
9.3.3.1 FIJACIÓN DEL ESTÁNDAR DE MATERIAL.	166
9.3.3.2 ESTADO.	166
9.3.3.3 ESTÁNDAR DE PRECIO DEL MATERIAL.	176
9.3.3.4 FIJACIÓN DEL ESTÁNDAR DE MANO DE OBRA.	185
9.3.4 ESTÁNDAR DE COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.	197

9.3.4.1 ESTÁNDAR DE PRECIO.	197
3. PRESUPUESTO DE NIVEL DE OPERACIÓN.....	197
4. PRESUPUESTO DE COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN.	197
9.3.4.2 ESTÁNDAR DE CANTIDAD.	199
10 CONCLUSIONES.....	203
11 RECOMENDACIONES	209
BIBLIOGRAFIA	210

LISTA DE ANEXOS

Anexo 01.	Modelo de Solicitud de Cotización.....	212
Anexo 02.	Cotización de los Proveedores.....	218
Anexo 03.	Tabla Comparativa de RRD/ Instrumentación Intrumentación.....	227
Anexo 04.	Balance de Materia y Energía.....	
Anexo 05.	Porcentaje de ley para la liquidación de nómina.....	230
Anexo 06.	Modelo de carta de invitación a capacitación.....	235
Anexo 07.	Balance Hídrico.....	241
Anexo 08.	Presupuesto CIF 2005 Planta de Arcilla.....	243
Anexo 09.	Presupuesto CIF 2005 Planta de Agua.....	245
Anexo 10.	Carta Entrega de Manuales.....	247

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Organigrama de la Empresa Fertilizantes Colombianos S.A.....	10
Figura 2. Sistemas de Costos	20
Figura 3. Diagrama de Flujo proceso Planta de Arcilla	30
Figura 4. Diagrama de Flujo proceso de Clarificación.....	38
Figura 5. Diagrama de Flujo proceso Potabilización	39
Figura 6. Reacción de Intercambio o Ablandamiento.....	40
Figura 7. Reacción de Regeneración	40
Figura 8. Diagrama de Flujo proceso de Suavización del agua	41
Figura 9. Diagrama de Flujo proceso de Desmineralización.....	43
Figura 10. Organigrama de la Dirección de Mantenimiento	45
Figura 11. Base de Datos para el Registro de los Costos de Producción	105
Figura 12. Diagrama de Flujo de Información de Costos y Contable.....	107
Figura 13. Formato de Solicitud de Materiales hasta dos S.M.M.L.V	109
Figura 14. Formato de Solicitud de Materiales mayor de dos S.M.M.L.V	110
Figura 15. Formato de Orden de Compras.....	111
Figura 16. Formato Reporte de Material Recibido	112
Figura 17. Formato Vale de Salida	113
Figura 18. Sistema Integrado Zue XP, Módulo de Inventarios.....	113
Figura 19. Formato de Informe de Inventarios	114
Figura 20. Hoja de Cálculo, Costos Estimado de Materiales	115
Figura 21. Sistema Integrado Zue XP, Módulo de Nómina.....	117
Figura 22. Seguros de la Empresa	118
Figura 23. Gama de Servicios utilizados por la Empresa.....	118
Figura 24. Mantenimiento realizado por la Compañía.....	119
Figura 25. Elementos que Componen el Costo de Adecuación e Instalación	119

Figura 26. Ítems que Componen los Gastos de Viaje	119
Figura 27. Ítems que Componen los Costos Diversos	120
Figura 28. Componentes de la Depreciación	120
Figura 29. Impuestos que paga la Empresa	120
Figura 30. Costo por Arrendamiento	121
Figura 31. Contratos Realizados por la Compañía	121
Figura 32. Contratos Realizados por la Compañía	121
Figura 33. Hoja de Costos para la Arcilla Marzo de 2004	123
Figura 34. Hoja de Costos del Agua Clarificada Marzo de 2004	127
Figura 35. Hoja de Costos del Agua Desmineralizada Marzo de 2004	128
Figura 36. Hoja de Costos del Agua Suavizada Marzo de 2004.....	128

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Página

Fotografía 1. Bodega de Almacenamiento de Materia Prima	26
Fotografía 2. Molino de Bolas y Horno instalados en la Planta.....	28
Fotografía 3. Bomba de Pozo “ La Casajera”	33
Fotografía 4. Sección 101: Planta de Clarificación y Potabilización.....	34
Fotografía 5. Sección 103: Planta de Suavización y Desmineralización.	35
Fotografía 6. Torre de Enfriamiento Lote 4.....	36
Fotografía 7. Sistema de Medición Manual	47
Fotografía 8. Indicador de Temperatura	47
Fotografía 9. Indicador de Presión.....	47
Fotografía 10. Instrumento de Medición Manual	50
Fotografía 11. Instrumentación neumática (Indicador de Presión)	50
Fotografía 12. Tablero electrónico para la Medición del Agua Tratada	50
Fotografía 13. Registrador de Flujo de Carta Circular.....	51
Fotografía 14. Tablero de Control.....	52
Fotografía 15. Indicador de Nivel tanque SR-2	52
Fotografía 16. Instrumentos de Análisis de Laboratorio.....	53
Fotografía 17. Registro del Medidor de Flujo de Agua.....	53

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Identificación de la Empresa	8
Cuadro 2. Productos Elaborados por Fertilcol S.A.....	10
Cuadro 3. Instrumentos de Medición para las Variables Principales	17
Cuadro 4. Capacidad y Tiempo de Producción en la Planta de Arcilla.....	27
Cuadro 5. Equipos que Constituyen la Planta de Arcilla	28
Cuadro 6. Distribución del Agua Captada de la Ciénega San Silvestre.....	32
Cuadro 7. Distribución del Agua Captada del Pozo	32
Cuadro 8. Equipos que Constituyen la Estación de Bombeo y la Bomba de Pozo.	33
Cuadro 9. Equipos que Constituyen la Sección 101	34
Cuadro 10. Equipos que Constituyen la Sección 103.	35
Cuadro 11. Equipos que Constituyen las Torres de Enfriamiento.	36
Cuadro 12. Instrumentos de Medición y Control, Planta de Arcilla	48
Cuadro 13. Registradores de Carta Circular, Sección 103	51
Cuadro 14. Tarjeta Para Factor de Medición.....	54
Cuadro 15. Factores de Conversión para la Integración.....	55
Cuadro 16. Matriz de Priorización Tipo de Tecnología.	61
Cuadro 17. Porcentaje de Calificación para la Tecnología.	62

Cuadro 18. Matriz de Priorización Tipo de Proveedores	64
Cuadro 19. Porcentaje de Calificación de los Criterios	64
Cuadro 20. Proveedores Seleccionados para la Compra	65
Cuadro 21. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor de Gas.....	66
Cuadro 22. Propuestas SIEM, Proveedores Industriales.....	67
Cuadro 23. Propuestas EQUIPOS Y CONTROLES S.A.	67
Cuadro 24. Propuestas Automatización Limitada	67
Cuadro 25. Tipo de Tecnología y Proponentes	71
Cuadro 26. Parámetros de referencia para la Selección del Medidor de Gas.....	72
Cuadro 27. Calificación de la Tecnología para el Medidor de Gas	72
Cuadro 28. Calificación de la Tecnología para el Medidor de Gas	73
Cuadro 29. Error de Medición por Estimación del Consumo de Gas Planta de Arcilla.....	76
Cuadro 30. Error de Medición por utilizando la Tecnología Propuesta.....	77
Cuadro 31. Costo Mensual por Consumo sin de Registrar	77
Cuadro 32. Ahorro Anual Nueva Tecnología.....	78
Cuadro 33. Costo de la Instrumentación a Instalar en el Horno H-1.....	79
Cuadro 34. Costo de la Mano de Obra Para la Instalación del Medidor de Gas .	79
Cuadro 35. Costo Total de la Inversión Para la Instalación del Medidor de Gas.	80
Cuadro 36.:Flujo de Efectivo Recuperación de la Inversión Anualmente.	80

Cuadro 37. Tasa de Oportunidad	81
Cuadro 38. Indicadores de Rentabilidad.	81
Cuadro 39. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor FR-2	82
Cuadro 40. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor FR-3	82
Cuadro 41. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor FR-4	83
Cuadro 42. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor FR-5	83
Cuadro 43. Propuestas SIEM, Proveedores Industriales (Medición de Agua)	84
Cuadro 44. Propuestas EQUIPOS Y CONTROLES S.A. (Medición de Agua)....	84
Cuadro 45. Propuestas Automatización Limitada (Medición de Agua).....	85
Cuadro 46. Tipo de Tecnología y Proponentes para Medición del Flujo de Agua.	89
Cuadro 47. Tipo de Tecnología y Criterios de Selección	89
Cuadro 48. Calificación de la Tecnología para los Medidores de Flujo de Agua.....	90
Cuadro 49. Calificación de la Tecnología para el Medidor de Agua Desmineralizada	91
Cuadro 50. Calificación de la Tecnología para el Medidor de Agua Suavizada ...	93
Cuadro 51. Tratamiento de Agua Desmineralizada año 2003.	95
Cuadro 52. Error de la Medición Tecnología Actual 2003.....	96
Cuadro 53. Error de Medición utilizando la Tecnología Propuesta	96
Cuadro 54. Costo Mensual por Error de Medición para el Agua Desmineralizada.....	97
Cuadro 55. Ahorro Anual Nueva Tecnología.....	98
Cuadro 56. Costo de la Instrumentación a Instalar en la Planta de Tratamiento de Agua	98

Cuadro 57. Costo de la Mano de Obra Para la Instalación del Medidor Tipo Vortex.....	98
Cuadro 58. Costo Total de la Inversión Para la Instalación del Medidor de Agua Desmineralizada.....	99
Cuadro 59. Flujo de Efectivo Recuperación de la Inversión para el Agua Desmineralizada.....	99
Cuadro 60. Indicadores de Rentabilidad.	100
Cuadro 61. Tratamiento de Agua Suavizada año 2003.	100
Cuadro 62. Error de Medición utilizando la Tecnología Propuesta	101
Cuadro 63. Costo Mensual por Error de Medición Medidor Electromagnético ...	101
Tabla 64. Ahorro Anual Nueva Tecnología.....	102
Cuadro 65. Costo de la Instrumentación a Instalar en la Planta de Tratamiento de Agua	102
Cuadro 66. Costo de la Mano de Obra Para la Instalación de los Medidores de Flujo de Agua.....	102
Cuadro 67. Costo Total de la Inversión Para la Instalación del Medidor de Gas	103
Cuadro 68 Flujo de Efectivo Recuperación de la Inversión para el Agua Desmineralizada.....	103
Cuadro 69 Indicadores de Rentabilidad.	103
Cuadro 70. Costos Indirectos de Fabricación por Seguros.....	124
Cuadro 71. Costos Indirectos de Fabricación por Servicios.....	125
Cuadro 72. Costos Indirectos de Fabricación por Diversos	125
Cuadro 73. Costos Indirectos de Fabricación por Mantenimiento y Reparaciones	125
Cuadro 74. Costos Indirectos de Fabricación por Impuestos	125
Cuadro 75. Costos Indirectos de Fabricación por Depreciación	126
Cuadro 76. Costos Indirectos de Fabricación por Contratos de Servicios.....	126

Cuadro 77. Otros Costos Indirectos de Fabricación.....	126
Cuadro 78. Costos por Seguros	130
Cuadro 79. Costos por Servicios	130
Cuadro 80. Costos por Diversos.....	131
Cuadro 81. Costos por Mantenimiento y Reparaciones.....	131
Cuadro 82. Costos Adecuación e Instalación.....	131
Cuadro 83. Costos por Impuestos	131
Cuadro 84. Costos por Depreciación.....	132
Cuadro 85. Otros Costos Indirectos de Fabricación.....	132
Cuadro 86. Unidades de Conversión de Masa.....	144
Cuadro 87. Determinación de la Cantidad de Materia Prima	145
Cuadro 88. Unidades de Conversión.....	146
Cuadro 89. Consumo de Energía Eléctrica en la Planta de Arcilla año 2004.....	147
Cuadro 90. Producción de Arcilla año 2004	147
Cuadro 91. Consumo de Lubricantes año 2004.....	149
Cuadro 92. Información Operador de Automotores	150
Cuadro 93. Determinación del Costo por Hora del Operador de Automotores..	151
Cuadro 94. Determinación del Costo de la Tierra Transportada.....	153
Cuadro 95. Costo Unitario de la Tierra	153

Cuadro 96. Costo de Generación de Energía Eléctrica año 2004	155
Cuadro 97. Precio de los Lubricantes.....	156
Cuadro 98. Hoja de Costos Estándar por Materiales	157
Cuadro 99. Operarios de la Planta	157
Cuadro 100.Escalafón del Personal de la Planta de Arcilla	159
Cuadro 101. Horas Extras y Primas Extralegales Personal Planta de Arcilla.....	160
Cuadro 102. Valores a Contabilizar en la Mano de Obra.....	160
Cuadro 103. Costo de la Mano de Obra Planta de Arcilla.....	161
Cuadro 104. Costo de la Mano de Obra por Supervisión.....	162
Cuadro 105. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra	163
Cuadro 106. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación.....	165
Cuadro 107. Hoja de Costos Estándar Para Una Tonelada Métrica de Arcilla....	165
Cuadro108. Unidades de Conversión de Volumen	167
Cuadro 109. Determinación de la Cantidad de Agua Cruda Requerida	167
Cuadro 110. Consumo de Energía Sección 101	169
Cuadro 111. Agua Tratada Sección 101	170
Cuadro 112. Consumo de Energía Sección 103.....	171
Cuadro 113. Agua Tratada Sección 103	171
Cuadro 114. Consumo de Cloro Agua Potable	173

Cuadro 115. Consumo de Químicos Agua Clarificada.....	173
Cuadro 116. Estándar para Químicos Sección 101	174
Cuadro 117. Consumo de Químicos Agua Desmineralizada.....	175
Cuadro 118. Estándar para Químicos Sección 101	176
Cuadro 119. Consumo de Energía Estación de Bombeo	177
Cuadro 120. Horas Extras y Primas Extralegales Personal Estación de Bombeo.....	178
Cuadro 121. Valores a Contabilizar en la Mano de Obra.....	178
Cuadro 122. Costo de la Mano de Obra Planta de Arcilla.....	179
Cuadro 123. Consumo de Energía Bomba de Pozo	181
Cuadro 124. Costo de Agua de Pozo Enviada a las Plantas de Agua	182
Cuadro 125. Precios de los Químicos Plantas de Tratamiento de Aguas	182
Cuadro 126. Hoja de Costos Estándar por Materiales para el Agua Potable	183
Cuadro 127. Hoja de Costos Estándar por Materiales para el Agua Clarificada .	183
Cuadro 128. Hoja de Costos Estándar por Materiales para el Agua Suavizada .	184
Cuadro 129. Hoja de Costos Estándar por Materiales para el Agua Desmineralizada	184
Cuadro 130. Horas de Operación Plantas de Tratamiento de Agua.....	185
Cuadro 131. Operarios de la Sección 101.....	190
Cuadro 132. Porcentaje de Distribución para la Sección 101 para el Costo de Mano de Obra	191
Cuadro 133. Horas Extras y Primas Extralegales Personal Planta de Tratamiento de Agua.....	191
Cuadro 134. Valores a Contabilizar en la Mano de Obra.....	191

Cuadro 135. Costo de la Mano de Obra Planta de Arcilla.....	192
Cuadro 136. Costo por Mano de Obra	193
Cuadro 137. Costo por Mano de Obra Incluyendo Supervisión	193
Cuadro 138. Porcentaje de Distribución para la Sección 103 para el Costo de Mano de Obra	193
Cuadro 139. Valores a Contabilizar en la Mano de Obra.....	194
Cuadro 140. Costo de la Mano de Obra Planta de Arcilla.....	194
Cuadro 141. Costo por Mano de Obra	195
Cuadro 142. Costo por Mano de Obra Incluyendo Supervisión	196
Cuadro 143. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra Agua Clarificada.....	196
Cuadro 144. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra Agua Potable.....	196
Cuadro 145. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra Agua Suavizada	197
Cuadro 146. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra Agua Desmineralizada	197
Cuadro 147. Tasa Predeterminada para los Costos Indirectos de Fabricación...	199
Cuadro 148. Tasa Predeterminada para los Costos Indirectos de Fabricación...	199
Cuadro 149. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación Agua Clarificada	199
Cuadro 150. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación Agua Potable	200
Cuadro 151. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación Agua Desmineralizada ...	200
Cuadro 152. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación Agua Suavizada	200
Cuadro 153. Hoja de Costos Estándar Para un Galón de Agua Clarificada.....	201
Cuadro 154. Hoja de Costos Estándar Para un Galón de Agua Potable.....	201

Cuadro 155. Hoja de Costos Estándar Para un Galón de Agua Suavizada201

Cuadro 156. Hoja de Costos Estándar Para un Galón de Agua Desmineralizada202

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación es un planteamiento de un Sistema de Costos Estándar elaborado en Fertilizantes Colombianos S.A., una empresa petroquímica dedicada a la producción, distribución y comercialización de Abonos Nitrogenados. Esta Compañía se encuentra ubicada en el sector nororiental de la ciudad de Barrancabermeja. El período de tiempo en que se realizó este estudio fue de marzo de 2004 a enero de 2005, siendo la metodología seguida la aplicación directa de modelos y herramientas de costos tales como el Costeo Estándar, El Costeo Variable y los Costos por Proceso. Asimismo, se realizó un análisis de los sistemas actuales de medición, con el propósito de mejorar la información que recibe el área contable de las plantas de producción.

Este aporte surge ante la necesidad de la Compañía de mejorar los sistemas de medición y de costos, los cuales no constituyen herramientas de control y planeación de los costos, por tanto la toma de decisiones se ve afectada al no contar con mecanismos que garanticen la confiabilidad y exactitud de la información.

Dada la complejidad de los procesos desarrollados en la empresa se tomó como punto de partida para este estudio las Plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas, por ser áreas de gran importancia para el normal desarrollo de los procesos productivos.

En el análisis y evaluación del sistema de medición, se contó con la colaboración del personal de Ingeniería e Instrumentos; asimismo la investigación en textos especializados e Internet fueron de gran importancia para el alcance de los objetivos propuestos.

En el diseño del modelo de costos se realizó un trabajo conjunto en donde fueron de gran importancia los aportes de la Ingeniería Industrial, la Contabilidad, y la Ingeniería de Sistemas en la construcción de un Sistema de Costos Integral. El

aporte de Ingeniería Industrial consiste en el diseño del sistema de costos a partir del estudio de los procesos, así como la recolección y análisis de la información necesaria para retroalimentarlo. Una vez diseñado el sistema y las herramientas para su control, la rama contable de la empresa busca un manejo más eficaz de los costos de producción y el control de los cambios inaplazables en el sistema de costos. Finalmente, Ingeniería de Sistemas desarrollará la base de datos para que el sistema de costos sea más fácil y rápido de implementar, de esta manera se tendrá un mayor control de la información para apoyar a la administración en la toma de decisiones.

1 GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES

A pesar de los intentos de Ferticol S.A. por implementar un sistema de costos que contribuya a la toma de decisiones, esto no ha sido posible debido a la poca confiabilidad de los instrumentos de medición instalados en las plantas.

En los últimos años se han realizado mejoras a los sistemas de medición en las Plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas; no obstante, los factores de asignación de costos utilizados no se han modificado, continuando con las estimaciones porcentuales de producción y consumo de años anteriores.

Ante la necesidad de tener un sistema de costos que le permita a la administración la toma de decisiones partiendo de información confiable, es necesario implementar sistemas de medición que permitan cuantificar la producción y consumo de las materias primas.

Dada la importancia que tienen las Plantas de Arcilla y de Tratamiento de Agua en la producción de la Compañía, se desarrollará un estudio de costos y medición para su optimización.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos del proyecto se establecen a continuación.

1.2.1 Objetivo General. Optimizar los sistemas de medición y costos en las plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas, con el fin de garantizar un mayor control de los procesos, de los costos de producción, el uso eficiente de los

recursos y la toma oportuna de decisiones en el proceso administrativo, a partir del análisis detallado y mejoramiento de los procesos que se desarrollan en las plantas en estudio.

1.2.2 Objetivos Específicos. Los objetivos específicos que persigue el proyecto son:

1. Conocer el estado actual de las plantas, sus procesos, el sistema medición y de costos utilizado, identificando las necesidades y oportunidades de mejora.
2. Evaluar y seleccionar las alternativas propuestas en el diagnóstico preliminar para mejorar el sistema de medición y costos, mediante criterios de costo / beneficio y parámetros económicos de la Compañía.
3. Diseñar un plan de trabajo a partir de las alternativas seleccionadas para su ejecución especificando las tareas, responsables y el tiempo requerido para su realización.
4. Diseñar e implementar una base de datos eficiente y flexible que permita cuantificar, controlar y optimizar los recursos utilizados en la producción de arcilla y agua.
5. Capacitar a los empleados sobre la importancia que tiene para la organización tener un buen sistema de medición y de costos; además de explicar al personal de contabilidad y finanzas el funcionamiento y uso de la base de datos.
6. Generar material teórico de soporte para el manejo adecuado del sistema de medición y costos en las plantas en estudio.

1.3 ALCANCE

1. Diagnóstico preliminar del estado actual de las plantas y de los sistemas de medición y costos utilizados.
2. Evaluación y selección de las propuestas de mejora para optimizar el sistema de medición y de costos mediante criterios de costo/beneficio y parámetros económicos del negocio.
3. Diseño del plan de trabajo para la implementación de mejoras, definiendo los objetivos, responsables, tareas a desarrollar y el tiempo requerido para llevarlas a cabo.
4. Desarrollo e implementación del sistema de información (base de datos) diseñado para el manejo de los costos de las respectivas plantas.
5. Capacitación a los empleados sobre la importancia que tiene para la organización tener un buen sistema de medición y de costos, explicando los beneficios que esto implica, además de mostrar al personal correspondiente la base de datos creada para el manejo de los costos y su respectivo funcionamiento.
6. Elaboración de informes periódicos que serán entregados al tutor de la empresa, para la evaluación y control del proyecto. Además del informe final en el cual se le comunicará a la organización los resultados obtenidos con el estudio.

1.4 LIMITACIONES

Tener un sistema de costos deficiente en las empresas representa una gran debilidad. En un contexto competitivo como el de hoy es necesario que las empresas sean capaces de cuantificar sus costos con aceptable exactitud y utilizar los recursos con racionalidad.

Al no contar la Compañía con los sistemas de medición adecuados a causa del tipo de tecnología, obsolescencia ó ausencia de los mismos, el sistema de costos se

adaptó a la disponibilidad de la información efectuando prorrateos razonables que permiten obtener un costo de producción aproximado incluyendo todas las variables del proceso productivo, es claro que cuanto menos información se tenga sobre costos, más se aleja del detalle y se acerca a la estimación.

Las limitaciones económicas impiden la adquisición de nuevos instrumentos de medición en el corto plazo, por tanto las propuestas seleccionadas para optimizar el sistema de medición solo se concretarán una vez la empresa tenga el flujo de caja disponible para la compra de los equipos.

1.5 CONTENIDO DEL INFORME

Este documento se encuentra organizado en los siguientes capítulos para facilitar el seguimiento del desarrollo del proyecto.

Capítulo 1. Hace referencia a las generalidades del proyecto, el cual describe sus antecedentes, objetivos, alcances y limitaciones.

Capítulo 2. En el se hace mención al ambiente de desarrollo del proyecto, describiendo los aspectos más importantes de la Empresa donde se realizó la práctica empresarial.

Capítulo 3. Muestra el contenido teórico general sobre el cual se tomaron las bases necesarias para el desarrollo del proyecto.

Capítulo 4. En el se muestra el diagnóstico del estado actual de las plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas.

Capítulo 5. Muestra el diagnóstico del estado actual del sistema de medición utilizado en las plantas en estudio.

Capítulo 6. Muestra el análisis del sistema actual de medición, la evaluación de las alternativas desde el punto de vista económico, técnico y operacional.

Capítulo 7. En este se presenta el diagnóstico del sistema actual de costos en forma general y luego centrando el interés en las plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas.

Capítulo 8. Este tiene como objetivos analizar el sistema de costos actual con el propósito de identificar y establecer el sistema de costos más apropiado y viable para desarrollar en Fertilizantes Colombianos S.A.

Capítulo 9. Muestra como se diseñó la nueva propuesta para mejorar el sistema de costos actual.

Finalmente se presentan las conclusiones referentes a las actividades realizadas durante el proyecto; asimismo se enuncian algunas recomendaciones y consideraciones de la autora para futuros esfuerzos de desarrollo.

2 AMBIENTE DE DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Cuadro 1. Identificación de la Empresa

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. BARRANCABERMEJA	
Fecha de constitución:	MARZO DE 1966-ESCRITURA PÚBLICA 530
Objeto social:	Producción, distribución y venta de productos petroquímicos, en el ramo de abonos nitrogenados.
Productos:	Ferticol ofrece una variedad de productos, todos relacionados con abonos nitrogenados, estos productos pueden ser sólidos o líquidos según las necesidades del agricultor y el uso que se les dé.
Otras actividades:	Genera sus propios servicios tales como: energía eléctrica, tratamiento de agua, mantenimiento en general, análisis de laboratorio, empaque y almacenamiento de los productos y presta servicios metal-mecánicos a las Empresas que lo requieran.
Sede de las plantas:	Frente al Barrio Las Granjas-entre la carretera antigua a San Vicente y el corregimiento el Llanito. Apartado Postal 42, Barrancabermeja (Santander)
Oficina de comercialización:	NIT: 860.014.760-0. Transversal 6ª 27-10 segundo piso, Edificio Condominio de Antares. Santa Fe de Bogotá. Teléfonos: 91-2 82 24 86 / 82 19 69. Apartado Aéreo: 7096-Fax 913- 42 47 36 E-mail: ofibogota@ferticol.com
Gerente General:	Economista, Carmelo Reyes Herazo

FUENTE: Gerencia General

2.2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Fertilizantes Colombianos, S.A, es una empresa del sector petroquímico, ubicada en Barrancabermeja, cuyo objeto social es la producción y distribución de abonos químicos. Cuenta con amplia importancia estratégica en el sector agropecuario en el departamento de Santander y resto del país. Esta empresa nace con el objetivo de solucionar en parte las necesidades del agro colombiano, permitiendo no sólo el ahorro de divisas, sino también la generación de empleo.

FERTICOL tiene un récord de operación de 39 años, lo cual ha permitido llevar una solución al Agro Colombiano, produciendo fertilizantes nitrogenados y, de esta manera, contribuir con la seguridad alimentaria del País.

La Empresa siente un fuerte compromiso social con la región, ya que pretende aportar de manera significativa al desarrollo de la misma y a la solución de los diferentes problemas sociales del Magdalena Medio.

2.2.1 Filosofía Corporativa. A continuación se muestra la misión, visión y estructura organizacional de la empresa.

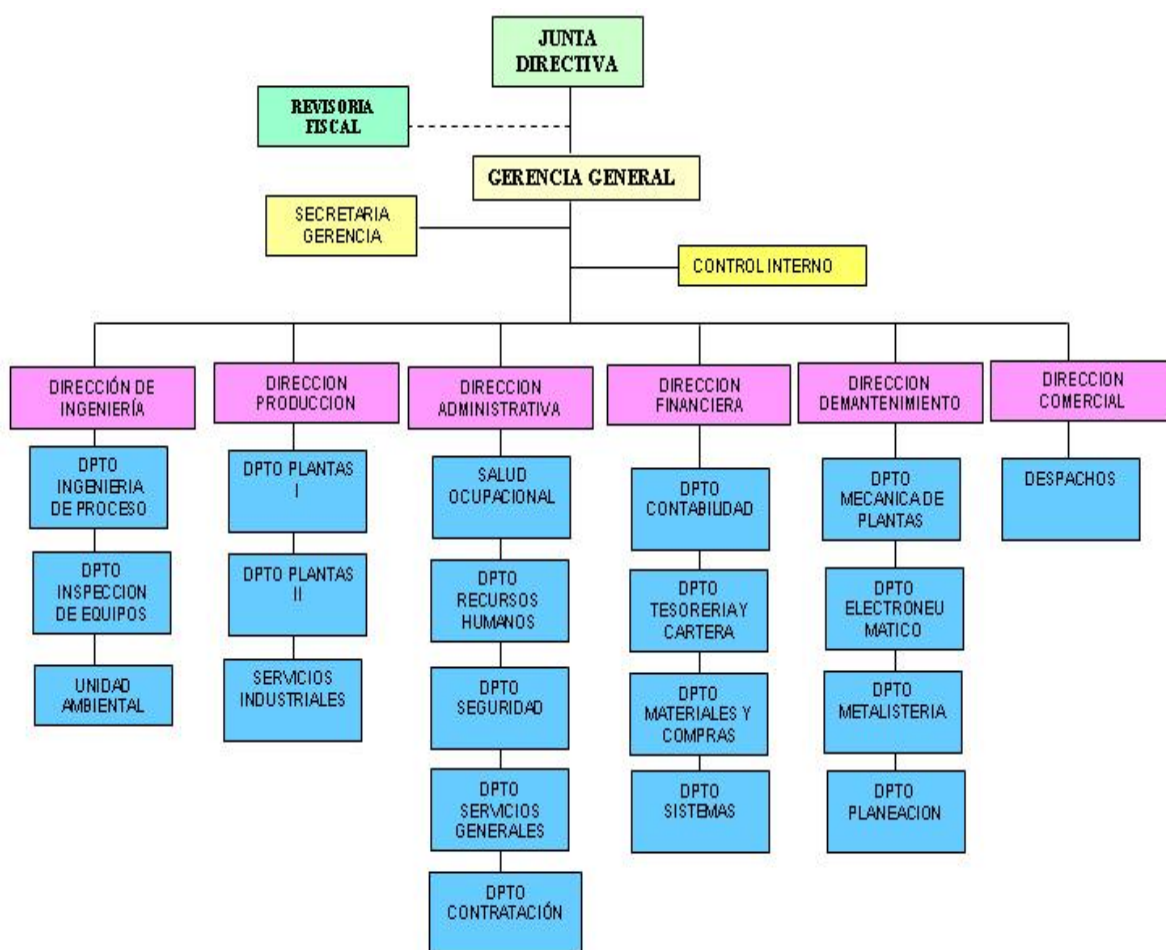
2.2.1.1 Misión. Se define en las siguientes líneas: “Producir y comercializar nutrientes para abonar el campo”

2.2.1.2 Visión. La Visión se muestra de la siguiente manera: “Liderar la industria Agroquímica Latinoamericana en beneficio del desarrollo sostenible del Sector Agrícola”.

2.2.1.3 Estructura Organizacional. La Empresa se encuentra dividida de acuerdo a los cargos y funciones laborales que desempeñan los trabajadores que pertenecen a ella, por lo cual se hace necesario mostrar su estructura a través de su correspondiente organigrama.

El organigrama presenta un esquema clásico de jerarquía vertical, tal como se puede apreciar en la Figura 1.

Figura 1. Organigrama de la Empresa Fertilizantes Colombianos S.A



Fuente: Control Interno Ferticol S.A

2.2.1.4 Portafolio de Productos. Actualmente, FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. es la única empresa productora de fertilizantes nitrogenados en el país y cuenta con el siguiente portafolio de productos:

Cuadro 2. Productos Elaborados por Ferticol S.A.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	PRESENTACIÓN
Nitrato de Amonio (26%)	El Nitrato de Amonio se obtiene haciendo reaccionar Ácido Nítrico y Amoníaco Gaseoso, para granular el producto se utiliza arcilla.	Bolsas de polietileno interior y bolsas de Polipropileno exterior por 50 Kg., de contenido neto.
Urea $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$ (46%)	La Urea se obtiene haciendo reaccionar Amoníaco Líquido y CO_2 (gaseoso).	Bolsas de polietileno interior y bolsas de Polipropileno exterior por 50 Kg., de contenido neto.
Nitrato de Calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)$	El Nitrato de Calcio se obtiene haciendo reaccionar Ácido Nítrico del 53% y caliza de 200 mesh de un contenido del 95% como Carbonato de Calcio.	Garrafas de 60 l, 200 L y carro tanques
Nitrato de Amonio Líquido $\text{NH}_4(\text{NO}_3)$	El Nitrato de Amonio Líquido se obtiene haciendo reaccionar Ácido Nítrico y Amoníaco Gaseoso.	Garrafas de 60 l, 200 L y carro tanques
Solución UNA	Las solución UNA se obtiene haciendo reaccionar el Nitrato de Amonio Líquido y la Urea.	Garrafas de 60 l, 200 L y carro tanques
Ácido Nítrico (HNO_3) 55%*	El Acido Nítrico se obtiene haciendo reaccionar Amoníaco Gaseoso y aire a 2.5 Kg/cm^2	Líquido

FUENTE: Dirección de Ingeniería

*Solo cuando la producción de Ácido Nítrico satisface la demanda interna en la empresa este producto se comercializa.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 FUNDAMENTACIÓN GENERAL

Para el desarrollo del proyecto es necesario tener fundamentos teóricos en temas sobre sistemas de costos, sistemas de medición y bases de datos. La fundamentación teórica necesaria, permitirá examinar la situación de una manera más objetiva con el propósito de plantear alternativas de solución a partir de métodos y procedimientos más adecuados.

3.2 MEDICIÓN

Evaluación de una cantidad por comparación con otra cantidad de la misma especie tomada como unidad. Esta evaluación se realiza con el aparato adecuado para cada caso.¹

3.2.1 Variable. Nombre que recibe aquel símbolo que puede representar todos y cada uno de los diversos elementos de un determinado conjunto (por ejemplo: funciones, números, vectores, etc). Se emplea para la definición de las variaciones de fenómenos o en la definición de correspondencias funcionales.

3.2.2 Costo. Erogación o “sacrificio de valores” que reporta un beneficio futuro. Es un desembolso que se realiza con el fin de alcanzar un objetivo específico, es capitalizable e inventariable y hace parte del balance general.²

¹ [PLA ZA Y JANES S.A. EDITORES] Gran Enciclopedia Ilustrada Círculo

² [HERNAN PABON BARAJAS] Fundamentos de Costos

3.2.3 Bases de Datos. Las bases de datos son archivos que acumulan y almacenan datos para su procesamiento, que contienen registros relacionados con datos, los cuales describen entidades de importancia para la organización.

3.3 FUNDAMENTACIÓN SOBRE MEDICIÓN

La medición y el control en la industria son muy importantes, tanto desde el punto de vista del funcionamiento correcto del proceso como de la consideración del balance adecuado de materias primas o de productos finales.

La incorporación de las nuevas tecnologías en la producción industrial ha obligado a los expertos a desarrollar técnicas de control apoyadas en nuevas generaciones de maquinarias y de instrumentos para lograr un mayor rendimiento en el proceso productivo.

3.3.1 . Variables de Proceso. En todos los procesos industriales se controlan diversas variables: la presión, el caudal, el nivel, la temperatura, el PH, la conductividad, entre otras, y se efectúan medidas de las propiedades físicas y químicas de los materiales objeto de análisis. A continuación se mencionan las variables de proceso más importantes.

3.3.1.1 Presión. La presión es definida como la fuerza ejercida contra una superficie dada. También puede definirse ya sea como la magnitud de la fuerza aplicada al área en cuestión, o como la altura a la cual se alzaría una columna de un líquido cualesquiera.

Con la posible excepción de la temperatura, la presión es la variable más importante en los procesos, que debe ser medida y controlada.³

3.3.1.2 Flujo. En la mayor parte de las operaciones realizadas en los procesos industriales y en las efectuadas en laboratorio y en plantas piloto es muy

³ [SECCIÓN DE ENTRENAMIENTO] Fertilizantes Colombianos S.A.

importante la medición de los caudales de líquidos o de gases. Por tanto, el flujo se puede definir como el movimiento de un caudal abierto o cerrado.

Como caudales abiertos se pueden considerar los vientos del aire y las corrientes de los mares y los ríos. Como caudales cerrados tenemos: los flujos de petróleo, agua, aire y gas que pasan por dentro de una tubería.⁴

3.3.1.3 Nivel. El nivel es una de las variables fundamentales que necesita ser medida en la mayoría de los procesos industriales.

En algunos casos interesa calcular el volumen, conociendo la altura alcanzada por el nivel. En otros casos, solo interesa como una condición de operación.

3.3.1.4 Temperatura. Una variable muy importante en los procesos, es la temperatura. Al igual que la presión, el nivel y el flujo, es de gran importancia el control y la medición para obtener las características de un proceso cuyos productos requieren alta calidad.

La temperatura se define como una medición de nivel de energía calorífica de un cuerpo. El término "Temperatura" se usa generalmente para denotar el calor relativo de un cuerpo determinado, por su habilidad para entregar esta energía para sus alrededores.

La medición de temperatura se cumple observando el efecto del calor en una sustancia conocida. El sistema total se conoce como termómetro. La escala es una representación cuantitativa de la temperatura de un cuerpo en unidades arbitrarias. Las escalas más utilizadas son: la Fahrenheit y Grados Centígrados. Existen tablas de conversión para encontrar el equivalente a otras escalas usadas.

3.3.2 Instrumentos de Medición. Para poder obtener altos niveles de eficiencia y calidades uniformes en los productos se hace necesario dotar las unidades de un mayor número de instrumentos de medición y control.

4 Ibid., p.13

Los instrumentos de medición y control son relativamente complejos y su función puede comprenderse bien si están incluidos dentro de una clasificación adecuada. Como es lógico, pueden existir varias formas para clasificar los instrumentos, cada una de ellas con sus propias ventajas y limitaciones. Se considerarán dos clasificaciones básicas: la primera relacionada con la función del instrumento y la segunda con la variable de proceso.

3.3.2.1 En Función del instrumento. De acuerdo a la función del instrumento obtenemos las formas siguientes:

1. Instrumentos Ciegos, son aquellos que no tienen indicación visible de la variable.

2. Los instrumentos Indicadores, disponen de un índice y de una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable según la amplitud de la escala se dividen en indicadores concéntricos y excéntricos existen también indicadores digitales que muestran la variable en forma numérica con dígitos.

3. Los Instrumentos Registradores, registran con trazo continuo o a puntos la variable, y pueden ser circulares, de gráfico rectangular o alargado según sea la forma del gráfico.

Los registradores de gráfico circular suelen tener el gráfico de una revolución en 24 horas mientras que en los de gráfico rectangular la velocidad normal del gráfico es de unos 20 mm/hora.

4. Elementos Primarios, están en contacto con la variable y utilizan o absorben energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada.

5. Los Transductores, reciben una señal de entrada en función de una o más

cantidades físicas y la convierten modificada o no a una señal de salida.

6. Los Convertidores, son aparatos que reciben una señal de entrada neumática (3-15 Psi) o eléctrica (4-20 mA c.c) procedente de un instrumento y después de modificarla envían la resultante en forma de señal a la salida estándar.

7. Los Receptores, reciben señales procedentes de los transmisores y las indican o registran. Los receptores controladores envían otra señal de salida normalizada a los valores ya indicados 3-15 Psi en señal neumática, ó 4-20 mA c.c en señal eléctrica, que actúan sobre el elemento final de control.

8. Los controladores, comparan la variable controlada (presión, nivel, temperatura) con un valor deseado y ejercen una acción correctiva de acuerdo con la desviación.

La variable controlada la pueden recibir directamente, como controladores locales o bien indirectamente en forma de señal neumática o eléctrica procedente de un instrumento.

9. Elemento Final de Control, recibe la señal del controlador y modifica el caudal del fluido o agente de control.

3.3.2.2 En Función de la Variable de Proceso. De acuerdo con la variable de proceso, los instrumentos se dividen en instrumentos de presión, nivel, flujo, temperatura, densidad y peso específico, humedad y punto de rocío, viscosidad, posición, velocidad, pH, conductividad, frecuencia, fuerza, turbidez, etc.

Cuadro 3. Instrumentos de Medición para las Variables Principales

VARIABLE	INSTRUMENTO
Presión	Tubo Bourdon Tubo en “U” Medidores de Presión –Tipo Fuelles Medidores de Presión- Tipo Espiral Medidores de presión-Tipo Helicoidal Medidores de Presión Absoluta
Flujo	Platina de Orificio Tubo de Vénturi Tobera de Flujo Tubo Pitot Rotámetros Medidores de Desplazamiento Positivo Medidores de Presión Absoluta
Nivel	Indicadores Visuales Actuados por Flotador Actuados por Desplazador De Contados Eléctricos De Presión Estática De Presión Diferencial De fuente Radiactiva
Temperatura	Termocoplas Termómetros Termómetros Tipo de Bulbo Lleno Termostato Potenciómetros

FUENTE: Textos Especializados en Medición

3.4 FUNDAMENTACIÓN SOBRE COSTOS

A continuación se presentan los principales conceptos acerca de los costos de producción, los elementos fundamentales del costo y los principales sistemas de costeo.

3.4.1 Definición de la Contabilidad de Costos. La Contabilidad de Costos es una fase del procedimiento de contabilidad general, por medio de la cual se registran, resumen, analizan e interpretan los detalles de costos de material, mano de obra, cargos indirectos y costos ajenos a la producción necesarios para producir y vender un artículo.⁵

3.4.2 Elementos Fundamentales del Costo. Los elementos del costo de un producto o sus componentes son los materiales directos, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación, esta clasificación suministra la información necesaria para la medición del ingreso y la fijación del precio del producto.⁶

3.4.2.1 Materiales. Son los principales recursos que se usan en la producción; estos se transforman en bienes terminados con la ayuda de la mano de obra y los costos indirectos de fabricación.⁷

- ✓ **Directos:** Son todos aquellos que pueden identificarse en la fabricación de un producto terminado, fácilmente se asocian con éste y representan el principal costo de materiales en la elaboración de un producto.
- ✓ **Indirectos:** Son los que están involucrados en la elaboración de un producto, pero tienen una relevancia relativa frente a los directos.

3.4.2.2 Mano de Obra. El proceso de transformación de los materiales en producto terminado requiere la participación del recurso humano, servicio por el cual la empresa paga una remuneración denominada salario y que a su vez genera o representa una serie de derechos y beneficios consagrados en la ley a favor de los trabajadores y a cargo de los patronos o de otras entidades destinadas al servicio y seguridad social de los empleados.

De acuerdo a su participación en el proceso productivo, la mano de obra se puede clasificar en:

⁵ www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulo/n0%2010/contabilidad%20costos.htm

⁶ www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexo/pagans/fin/44/contacosto.htm

⁷ www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexo/pagans/fin/44/contacosto.htm

- ✓ **Mano de Obra Directa:** Es aquella directamente involucrada en la fabricación de un producto terminado que puede asociarse con este con facilidad y que tiene gran costo en la elaboración.

- ✓ **Mano de Obra Indirecta:** Es aquella que no tiene un costo significativo en el momento de la producción del producto.

3.4.2.3 Costos Indirectos de Fabricación. Son todos aquellos costos que se acumulan de los materiales y la mano de obra indirectos más todos los incurridos en la producción pero que en el momento de obtener el costo del producto terminado no son fácilmente identificables de forma directa con el mismo.⁸

3.4.3 Sistemas de Costeo. Un sistema de costos es un conjunto de procedimientos y técnicas que permite:

- ✓ Conocer el costo de la mercancía vendida.

- ✓ Valorar los inventarios.

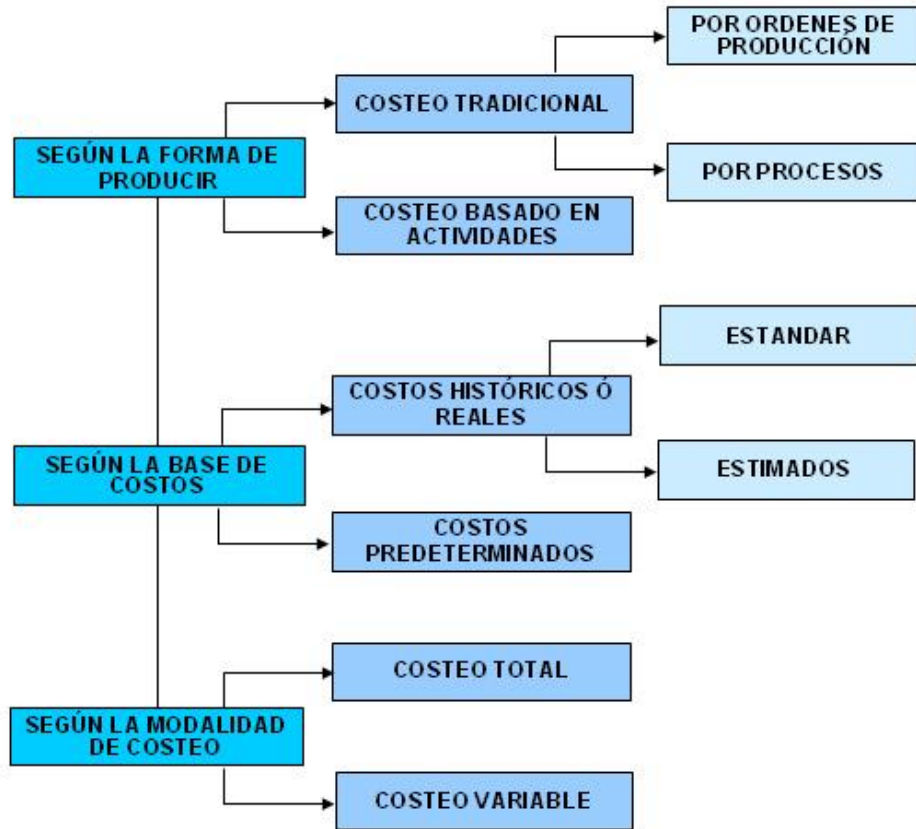
- ✓ Ejercer un efectivo control administrativo.

- ✓ Dinamizar y agilizar el proceso de toma de decisiones.

3.4.3.1 Clasificación de los Sistemas de Costeo. Los sistemas de costeo se clasifican de la siguiente manera:

⁸ www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/fin/44/conmtacosto.htm

Figura 2. Sistemas de Costos



FUENTE: Textos de Costos

3.4.3.1.1 Según la Forma de Producir. Según la forma de cómo se elabora un producto o se presta un servicio, los costos pueden ser:

3.4.3.1.1.1 Sistema de Costos por Órdenes de Producción. Conocido también como sistema de costos por lotes o por pedidos específicos. Mediante la aplicación de este sistema, el centro de interés de las acumulaciones de los costos radica en el lote específico o partida de mercancías fabricadas. Los costos se acumulan para cada orden de producción por separado y la obtención de los costos unitarios es cuestión de una simple división de los totales correspondientes a cada orden, por el número de unidades producidas en ésta. En algunas industrias los costos se acumulan para cada producto individual, pero la metodología utilizada es la misma; simplemente la orden de producción no cubre

un lote de productos iguales, sino un solo producto, cuyo diseño generalmente es definido por el cliente.

El documento maestro utilizado en este sistema es la orden de trabajo, que acumula los diferentes elementos del costo para cada orden o lote específico. Generalmente la orden de trabajo adopta la forma de un archivo de computadora, dado que en la mayoría de los casos la información es grabada en vez de anotada en un documento.⁹ Este documento o archivo se prepara para cada trabajo por separado y sirve para:

- ✓ Acumular los costos de materiales, mano de obra y CIF imputables a dicha orden.
- ✓ Calcular el costo unitario, dividiendo los costos totales por el número de unidades producidas.

3.4.3.1.1.2 Sistema de Costos por Procesos. Este sistema puede ser utilizado por tres tipos de empresas:

- ✓ Industrias de producción homogénea; por ejemplo: ladrillos, cemento, harina, productos farmacéuticos, procesadores de pollo, etc.
- ✓ Industrias de ensamblaje tales como automóviles, aviones, computadoras, prendas de vestir, electrodomésticos, etc.
- ✓ Empresas de servicio que operen con base en procesos muy específicos o diferenciados, como son las de servicios públicos de energía, telecomunicaciones, gas, agua y recolección de desechos sólidos.

A diferencia del sistema de costos por órdenes de producción, bajo este sistema los costos se acumulan por departamento en vez de serlo por orden. Dichos costos se asignan por igual a todas las unidades que pasan por cada departamento durante

⁹ [OSCAR LEÓN GARCÍA] ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

un período determinado.

La acumulación de costos se presenta en el denominado reporte de producción, que muestra, para cada departamento, un resumen de las unidades que circularon a través de éste, lo mismo que los costos unitarios resultantes de la incurrancia de costos en el período.¹⁰

En la misma forma que el sistema de órdenes de producción, se utilizan tasas predeterminadas para el cargo de los costos indirectos de fabricación.

3.4.3.1.2 Según la Clase de Costos que se le Carguen al Producto. Los costos de un producto o un servicio, según la época en que se calculan o determinan, pueden ser:

3.3.3.1.2.1 Costos Reales. Llamados también históricos, son aquellos en los que primero se produce el bien o se presta el servicio y posteriormente se calculan o determinan los costos. Los costos del producto o servicio se conocen al final del período.¹¹

3.3.3.1.2.2 Costos Predeterminados. Son aquellos en los que primero se determinan los costos y luego se realiza la producción o la prestación del servicio.

Se clasifican en:

✓ **Costos Estimados:** Son los que se calculan sobre una base experimental antes de producirse el artículo o prestarse el servicio, y tienen como finalidad pronosticar, en forma aproximada, lo que puede costar un producto para efectos de cotización. No tienen base científica y por lo tanto al finalizar la producción se obtendrán diferencias grandes que muestran la sobre aplicación o sub aplicación del costo, que es necesario corregir para ajustarlo a la realidad. Los costos de un artículo o servicio se conocen al final del período.¹²

¹⁰ [OSCAR LEÓN GARCÍANAN] ADMINISTRACIÓN FINANCIERA.

¹¹ http://vulcano.lasalle.edu.co/docencia/costos/Costos_1cap2_4.htm

¹² http://vulcano.lasalle.edu.co/docencia/costos/Costos_1cap2_4.htm

✓ **Costos Estándares:** Se calculan sobre bases técnicas para cada uno de los tres elementos del costo, para determinar lo que el producto debe costar en condiciones de eficiencia normal. Su objetivo es el control de la eficiencia operativa. Los costos de un artículo o servicio se conocen antes de iniciar el período.¹³

3.4.3.1.3 Según el Tratamiento de los Costos Fijos. Según esta clasificación se pueden considerar los siguientes sistemas:

3.4.3.1.3.1 Costeo por Absorción. Conocido también como sistema de costeo absorbente, tradicional, fijo o completo, en el cual al producto se le cargan todos los costos de producción (tanto los fijos como los variables).

Según la doctrina del costeo total o de absorción, constituyen costos del producto todos los costos de producción tanto fijos como variables. A medida que avanza el proceso productivo, los costos de producción (capitalizan) en los productos fabricados. Los productos pasan a través de los departamentos o áreas de producción como si fueran esponjas absorbiendo (de aquí el nombre de costeo de absorción) todos los costos en que se incurre durante su fabricación.

3.4.3.1.3.2 Costeo Directo o Variable. Se le conoce también como sistema de costeo marginal o directo. Según este sistema, sólo constituyen costos del producto los costos variables de producción, es decir, los que fluctúan directamente con el nivel de producción; dichos costos que se cargan a los inventarios y conforman el costo de los productos fabricados. Con base en lo anterior, mediante el sistema de costeo directo el costo de cada artículo se determina considerando el costo de los materiales directos variables, la mano de obra directa variable, los costos generales de fabricación variables, así como cualquier gasto de administración y ventas que varíe igualmente con el volumen de actividad. Los costos fijos de producción no se capitalizan en los inventarios, sino que se consideran gastos del período en el que se incurren, al igual que los desembolsos constantes destinados a operaciones de administración y ventas, por lo cual no tienen influencia alguna en el costo de los inventarios finales de producción. Para que un sistema de costos funcione de acuerdo a la doctrina del costeo directo, se hace necesario que los costos de producción estén perfectamente diferenciados en fijos y variables, diferenciación que debe ser

¹³ http://vulcano.lasalle.edu.co/docencia/costos/Costos_1cap2_4.htm

realizada también para los gastos de administración y ventas.

3.5 FUNDAMENTACIÓN SOBRE BASES DE DATOS

3.5.1 Concepto. Formalmente se puede definir una base de datos como cualquier conjunto de datos organizados para su almacenamiento en la memoria de un ordenador o computadora, diseñado para facilitar su mantenimiento y acceso de una forma estándar. Los datos suelen aparecer en forma de texto, números o gráficos. Desde su aparición en la década de 1950, se han hecho imprescindibles para las sociedades industriales.¹⁴

3.5.2 Componentes. Los cuatro componentes básicos son: Datos, Hardware, Software y Usuario. El cual corresponde a la definición de una base de datos como el conjunto de datos operacionales para ser usados por los programas de aplicación y que proporcionan un control de los datos.¹⁵

¹⁴ Enciclopedia Microsoft® Encarta® 2002. © 1993-2001 Microsoft Corporation

¹⁵ JOSÉ CÁRCAMO SEPÚLVEDA] Bases de Datos Relacionales

4 ESTADO ACTUAL DE LAS PLANTAS DE ARCILLA Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS

4.1 PLANTA DE ARCILLA

En el proceso de elaboración del Nitrato de Amonio (26%) la arcilla seca en polvo juega un papel importante como material de relleno y como agente de revestimiento. En el primer caso su objetivo es el de controlar el porcentaje en peso de Nitrógeno en el producto y en el segundo el de preservar éste de la humedad ambiental.

Fotografía 1. Planta de Arcilla



4.1.1 Fuentes de Abastecimiento de Arcilla. La materia prima que se requiere para la obtención de la arcilla, se recoge de las minas ubicadas en los predios de la Empresa y es transportada en volquetas a la bodega de almacenamiento contigua a la planta para luego procesarla.

Los suelos de la zona aledaña a la factoría de donde se extrae la tierra presentan un grave problema de deforestación, como consecuencia de la explotación de las minas de arcilla. Estos terrenos han sido explotados por Ferticol para utilizar este recurso como materia prima en la producción de Fertilizantes, lastimosamente esta actividad se fue haciendo más común por parte de los particulares quienes sin contar con planes de manejo y de una forma ilegal en la mayoría de los casos, mantuvieron la explotación en los últimos años, causando degradación en la zona por efecto de la remoción de la capa vegetal para efecto de la extracción de la

arcilla. Históricamente estos terrenos han sido centro de conflictos entre la comunidad, la empresa y el gobierno municipal debido al problema de las invasiones. En el 2004 se logró materializar la venta de los terrenos invadidos y de los que se utilizaron para la construcción de la Carretera Nacional, lográndose finiquitar esta situación que venía presentándose desde el año 1995.

Según análisis de laboratorio e ingeniería, se concluye que la tierra que se extrae de las minas no cumple con los requerimientos de humedad y calidad necesarios para la obtención de arcilla, esto se debe principalmente al agotamiento de la mina y a su condición de recurso no renovable, se estima que la empresa puede continuar explotando este recurso durante un período aproximado de cinco años. Razón por la cual, la empresa ha buscado alternativas en otros recursos que puedan ser usados como sustitutos de la arcilla, que sean económicos y permitan a la vez obtener un producto de mayor calidad.

De acuerdo a las investigaciones, se ha logrado establecer que la dolomita (mineral común de fórmula $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, que se suele encontrar en masas rocosas, como calizas dolomíticas, y a veces en vetas), es un buen sustituto de la arcilla. Durante el 2003 y 2004 se realizaron pruebas en la planta de Nitrato de Amonio utilizando este mineral con excelentes resultados. El nuevo producto se conoce con el nombre de MACNITRON, posee las reconocidas ventajas del NITRON 26, mejoradas con la adición de Calcio y Magnesio, elementos comúnmente deficientes en las zonas tropicales y en la mayoría de los suelos de Colombia.

Fotografía 2. Bodega de Almacenamiento de Materia Prima



4.1.2 Capacidad de Producción. La Planta de Arcilla, ha sido diseñada para producir 3 TM/ H de arcilla seca en polvo con un contenido de humedad de 0.3%. Para determinar la capacidad actual de la planta, es necesario tener consideraciones muy detalladas y específicas dadas la complejidad y características

del proceso productivo; además de realizar un estudio de tiempos y movimientos (Ingeniería Industrial).

Para establecer las condiciones actuales de operación de la planta se utilizaron los estudios realizados en la Compañía al respecto en esta planta.

De acuerdo a lo anterior, y a la experiencia de los operarios se establece que del nivel de humedad y la buena calidad de la tierra a procesar en la planta depende en alto grado el rendimiento de la misma y la duración del proceso. Por tanto, se requiere tener un control estricto del contenido de humedad de la tierra, para evitar fallas en el normal funcionamiento de los equipos y mantener el nivel de producción, que garantice la calidad y el envío a la Planta de Nitrato de Amonio cuando sea solicitada por los operadores de acuerdo a los requerimientos del proceso.

Cuadro 4. Capacidad y Tiempo de Producción en la Planta de Arcilla

CONDICIÓN DE LA TIERRA	PRODUCCION (TM/H)	PROMEDIO PRODUCCIÓN (TM/H)	TIEMPO DE PRODUCCIÓN* (Horas / turno)	PRODUCCION DIA (TM/D)
Seca (Humedad entre El 12 y 20%)	2-3	2.5	2.5	12.5
Húmeda (> Del 20%)	1-1.5	1.25	5	12.5

FUENTE: Dirección de Ingeniería

*En la planta se laboran dos turnos de 8 horas cada uno de lunes a domingo.

La unidad de medida de la capacidad de producción de la planta, en este caso es la Tonelada Métrica (TM), por ser esta magnitud la unidad común para todos los productos de la Compañía, resultando una medida comparativa de volumen independientemente al tipo de producto que se fabrique.

4.1.3 Infraestructura y Equipos. En la Compañía existe un grado de obsolescencia avanzado en los distintos equipos, agravado por la falta de recursos para ejecutar un mantenimiento adecuado a las plantas y a inconvenientes

administrativos a lo largo de la historia de la Empresa.

Dada la obsolescencia de los equipos instalados en la planta y a las condiciones de humedad de la tierra sin procesar que se recibe de las minas, la producción diaria y la eficiencia de la planta han disminuido notablemente.

Fotografía 3. Molino de Bolas y Horno instalados en la Planta



Actualmente la Planta está constituida por los siguientes equipos:

Cuadro 5. Equipos que Constituyen la Planta de Arcilla

ETAPAS	EQUIPOS
PRIMERA MOLIENDA	Tolva (SR-1) Extractor-Alimentador, ED-1 Desmenuzador, MF-1 Elevador de Canjilones, ET-1 Criba, SV-1 Silo, SR-2 Molino de Bolas, MF-2 Dosificador Vibratorio, ED-2 Horno, H-1
SEGUNDA PRODUCCIÓN	Clasificador, SC-1 Ciclón, SC-2 Dosificador, ED-3 Ventilador, VV-1 Silo de almacenamiento, SR-3 Ventilador, VV-2 Ciclón, SC-4 Extractor, ET-3

TERCERA BOMBEO	Compresor de Aire, CR-1 Alimentador, ET-4
---------------------------	--

FUENTE: Manual de la Planta

4.1.4 Breve Descripción del Proceso. El proceso de obtención de la Arcilla se divide en tres etapas: Molienda, Producción y Bombeo.

4.1.4.1 Molienda. Esta primera etapa del proceso tiene por objeto desmenuzar, pulverizar y secar la arcilla que posteriormente será clasificada y procesada en la siguiente fase.

La materia prima, con una humedad máxima del 20%, se dosifica mecánicamente al desmenuzador MF-1 en donde se trituran las partículas de mayor tamaño, que son recogidas por el elevador ET-1 para llevarlas a la criba SV-1. Esta separa los pedazos grandes y los regresa al desmenuzador para triturarlos nuevamente y el tamaño deseado se descarga al silo SR-2 desde donde se alimenta al molino de bolas MF-2 por medio del dosificador vibratorio ED-2. El ventilador VV-1 succiona aire a través del Horno H-1 en donde se calienta. Esta corriente de aire caliente pasa al Molino de Bolas MF-2 para desprender la humedad de la Arcilla. Las bolas de diferente tamaño trituran la Arcilla que luego será clasificada.

4.1.4.2 Producción. Esta etapa del proceso tiene por objeto separar la Arcilla Seca en polvo de los gránulos más pesados por medio de ciclones y separadores de polvo.

El ventilador VV-1 succiona el aire caliente y el polvo de Arcilla del Molino de Bolas MF-2 los cuales son seleccionados en el clasificador SC-1.

La Arcilla gruesa regresa como recicló al MF-2 y la fina pasa al ciclón SC-2 desde donde se descarga al transportador ET-2 para almacenarla en el Silo SR-3.

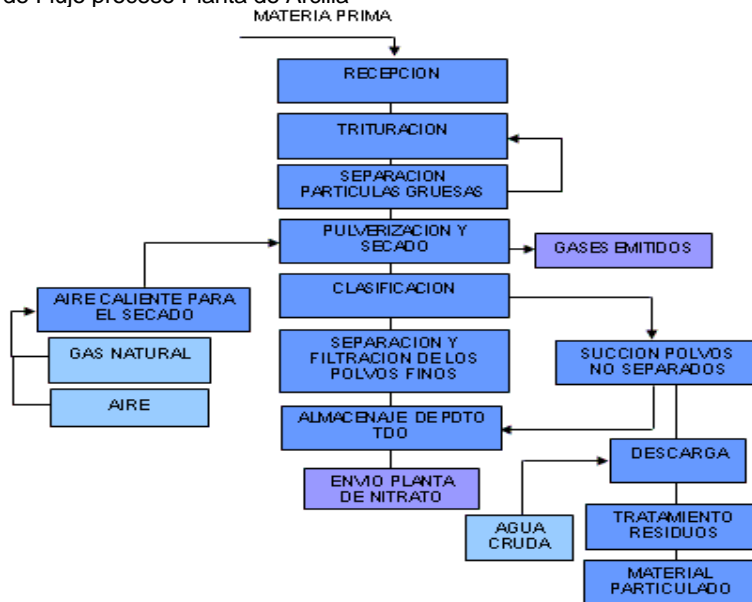
A la descarga del ventilador VV-1 está acoplada una línea de succión al ventilador VV-2, que succiona los polvos que no son separados en el SC-2 y los hace pasar a través del juego de filtros separadores SC-3 para descargarlos al Silo SR-3.

El ventilador VV-2 descarga al ciclón SC-4, previa inyección de agua, para precipitar a la alcantarilla los polvos finos que no pudieron ser separados durante el proceso; el aire sin contaminación se ventea a la atmósfera.

4.1.4.3 Bombeo. En esta etapa se lleva a cabo el envío de la Arcilla a la Planta de Nitrato de Amonio cuando es solicitada por los operadores de esta planta.

La Arcilla almacenada, se envía a la Planta de Nitrato de Amonio por medio de un sistema de transporte neumático Fuller constituido por un compresor de aire CR-1, una cóclea extractora ET-3 que alimenta la arcilla del Silo SR-3 al alimentador ET-4. Este envía la Arcilla a una cámara provista de toberas que la pone en contacto con el aire del compresor CR-1 para suministrarla a la Planta de Nitrato por una tubería de 4”.

Figura 3. Diagrama de Flujo proceso Planta de Arcilla



Fuente: La Autora

4.2 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA

Cualquiera que sea la fuente de abastecimiento de agua, esta contendrá impurezas, ya que no hay agua natural que sea químicamente pura; razón por la cual es impropia para el consumo humano y el uso industrial si no es sometida previamente a determinados tratamientos especiales, pues las impurezas contenidas ocasionan perturbaciones fisiológicas en el hombre y graves daños en las plantas industriales. Teniendo en cuenta la trascendencia de las fallas ocasionadas por el uso doméstico e industrial del agua sin tratar y la posibilidad de contaminación, se han diseñado una serie de plantas de tratamiento de agua para potabilizarla, clarificarla, suavizarla y desmineralizarla.

En Fertilizantes Colombianos S.A. existen dos plantas para el tratamiento de agua, las cuales son:

1. Planta de Clarificación y Potabilización (Sección 101).
2. Planta de Suavización y Desmineralización (Sección 103)

4.2.1 Fuentes de Abastecimiento de Agua. La empresa posee dos fuentes de captación de agua, una superficial en la Ciénaga San Silvestre y otra subterránea (pozo aledaño al Colegio Ferticol). Adicionalmente cuenta dentro de sus predios con dos pozos cuya profundidad es de 100 metros aproximadamente, actualmente se encuentran fuera de servicio por causas técnicas.

4.2.2 Capacidad de Producción y Distribución del Agua Captada. A continuación se describen las características más importantes de las fuentes de captación de agua.

1. Estación de Bombeo (Ciénaga San Silvestre): Está constituido por dos bombas, cada una de las cuales posee una capacidad de 2200 g.p.m. alrededor de 8.33 m^3 por minuto. ¹⁶

¹⁶ El factor de conversión utilizado corresponde a $1 \text{ m}^3 = 264,1721$ Galones.

El caudal de agua captado actualmente por dichas bombas es de 300 m³/h. Esta es la denominada agua cruda, la cual llega a la planta de tratamiento (Sección 101) por una tubería de 8" y se distribuye de la siguiente manera:

Cuadro 6. Distribución del Agua Captada de la Ciénega San Silvestre.

CANTIDAD	DISTRIBUCION
180 m ³ /h	Son directamente revertidos a la Ciénega por medio de un by-pass.
50 m ³ /h	Van a la Planta de Clarificación.
55 m ³ /h	Van a la Planta de Urea.
4.6 m ³ /h	Van a la Planta de Arcilla.
5.4 m ³ /h	Van a la Planta de Nitrato de Amonio.
0.1 m ³ /h	Van a la Planta de Nitrato de Calcio.
4.9 m ³ /h	Son descargados como Agua Cruda en uno de los efluentes.

FUENTE: Dirección de Ingeniería

2. Agua Subterránea o de Pozo: El pozo tiene una capacidad de producción de 120 g.p.m. es decir aproximadamente 0.454 m³/min. Actualmente se están captando 24 m³/h de agua. Esta llega a la planta de tratamiento (Sección 103) por una línea de 8" a la succión de las bombas PC-8 y PC-10 instaladas en la planta. Los 24 m³/h que son captados del pozo se distribuyen de la siguiente manera:

Cuadro 7. Distribución del Agua Captada del Pozo

CANTIDAD	DISTRIBUCION
10 m ³ /h	Se potabilizan para ser usados como agua de consumo humano.
13.6 m ³ /h	Se usan para la producción de agua desmineralizada en la generación de vapor.
0.4 m ³ /h	Se convierten en agua suavizada para ser consumidas en el proceso de producción de Urea y para la dilución en el proceso de solución de Nitrato de Amonio.

FUENTE: Dirección de Ingeniería

4.2.3 Infraestructura y Equipos. Para el bombeo y tratamiento del agua captada,

la Empresa cuenta con la siguiente infraestructura:

1. Una Estación de Bombeo (sección 100), localizada a orillas de la Ciénaga San Silvestre, en donde se encuentran los equipos necesarios para el envío del agua a la planta de tratamiento (sección 101).

2. Tres pozos, de los cuales solo está en funcionamiento el que se encuentra ubicado en el área denominada "La Cascajera" frente a las instalaciones del Colegio Fertilcol.

Fotografía 4. Bomba de Pozo "La Cascajera"



La Estación de Bombeo y la Bomba de Pozo están constituidos por los siguientes equipos:

Cuadro 8. Equipos que Constituyen la Estación de Bombeo y la Bomba de Pozo.

SECCION	EQUIPOS
ESTACIÓN DE BOMBEO	✓ Compresor de Aire MCR1 ✓ Motor bomba MPC4,5 ✓ MPV1 Bomba de vacío
POZO	✓ Motor bomba MPC4

FUENTE: Jefe Departamento de Servicios Industriales

3. Una Planta de Tratamiento donde se potabiliza y clarifica el agua para el consumo humano e industrial en la Empresa. Esta planta fue modernizada hace tres años, con el propósito de mejorar los procesos de tratamiento, disminuir los costos de operación y aumentar la eficiencia de la planta, ya que se presentaban problemas por el arrastre de gran cantidad de sólidos suspendidos, los cuales generaban dificultades en la operación, produciendo corrosión en las tuberías, pérdidas de agua y reducción de la producción.

Fotografía 5. Sección 101: Planta de Clarificación y Potabilización.



Esta Planta de Tratamiento está constituida por los siguientes equipos:

Cuadro 9. Equipos que Constituyen la Sección 101

TRATAMIENTO	EQUIPOS
CLARIFICACIÓN	Un (1) PULSATORS LAMINAR A SIFÓN Un (1) mezclador del tipo estático para aplicación de reactivos Una bomba Centrífuga Horizontal Dos (2) filtros bicapa arena-antracita Tres bombas dosificadoras de diafragma Tres tanques de preparación de la solución Tres electro agitadores Una unidad de medición de flujo Una alberca para el almacenamiento
POTABILIZACIÓN	Filtros A2 y A3 Clorinador Tanque de almacenamiento

FUENTE: Manual de Operación de la Planta

4. Una Planta de Tratamiento, donde se obtiene el agua suavizada y desmineralizada. En ésta existe un grado de obsolescencia avanzado en los distintos equipos, pese a las condiciones de las instalaciones, la empresa a través del área de mantenimiento ha realizado los ajustes necesarios a las diferentes unidades, con el objetivo de garantizar la estabilidad de los procesos de tratamiento.

Fotografía 6. Sección 103: Planta de Suavización y Desmineralización.



Esta planta de Tratamiento está constituida por los siguientes equipos:

Cuadro 10. Equipos que Constituyen la Sección 103.

TRATAMIENTO	EQUIPOS
DESMINERALIZACIÓN	Bombas centrífugas PC-8 y PC10 Filtros A2 y A3 Válvula multiport Unidad Catiónica (A-4) Torre desgasificadora (A-5) Alberca SR -7 Bombas centrífugas PC-9 y PC11 Unidad Aniónica(A-6) Tanques de almacenamiento (SR-1 y SR-2) Bomba centrífuga PC-3 Bomba centrífuga PC-6 y PC-7 Desaerador calentador A-7 Bombas centrífugas PC-4 y PC-5
SUAVIZACIÓN	Unidad Zeolita (A-8) Tambor de Almacenamiento (SR-3) Bomba centrífuga de alta presión (MPC15)

FUENTE: Manual de Operación de la Planta

5. Dos Torres de Enfriamiento (lote 4 y lote 8) y una torre auxiliar del lote 8, para que el agua clarificada tenga la temperatura adecuada que se requiere en los diferentes procesos de la Compañía. En los últimos años se han realizado reparaciones para garantizar su funcionamiento. Recientemente la Torre Auxiliar del lote 8 fue habilitada, pues se encontraba fuera de servicio debido a fallas estructurales.

Fotografía 7. Torre de Enfriamiento Lote 4.



Las Torres de Enfriamiento están constituidas por los siguientes equipos:

Cuadro 11. Equipos que Constituyen las Torres de Enfriamiento.

SECCION	EQUIPOS
LOTE CUATRO	Motor ventilador MVV3 y MVV4 Motor Bomba MPC6,87,8,9 MPC14 (Fuera de servicio)
LOTE OCHO	Motor ventilador MVV1 y MVV2 Compresores de aire MPC1, 2,3,4,5,13,11 Torre Auxiliar Motor Ventilador MVV2

FUENTE: Jefe Departamento de Servicios Industriales

4.2.4 Breve descripción de los procesos. A continuación se describen los procesos de cada una de las plantas.

4.2.4.1 Clarificación. La planta de tratamiento está conformada por un (1) módulo con capacidad a tratar de 55.55 l/s (200.00 m³/h)¹⁷ totalmente independiente, el cual incluye las operaciones que se describen a continuación:

El agua cruda proveniente de la Ciénaga San Silvestre llega por una tubería de 8" en la cual se adicionan los reactivos de coagulación, corrector de pH y desinfectante justo antes del mezclador en línea. Estas sustancias son aplicadas mediante bombas dosificadoras de diafragma, operadas eléctricamente. Para la dosificación de los reactivos, en la planta se encuentran instaladas tres bombas dosificadoras de diafragma, regulables en marcha, con sus accesorios de succión e inyección, además de los tanques de preparación, para cada reactivo. A partir de este punto, la alimentación se realiza a través de dos líneas: una entra directamente por la parte inferior del pulsador y la otra va a alimentar el sifón de pulsación. La proporción de caudales debe ser de 30 y 70% respectivamente.

Con el fin de alimentar el tren de filtración a caudal constante se instaló una estación de bombeo, constituida por una bomba centrífuga horizontal, en operación normal que succione del tanque de equilibrio adosado al Floculador — Clarificador.

El agua tratada es almacenada en la alberca de clarificación SD-1, de donde es enviada por gravedad a la Sección 103 y a los filtros instalados en la planta.

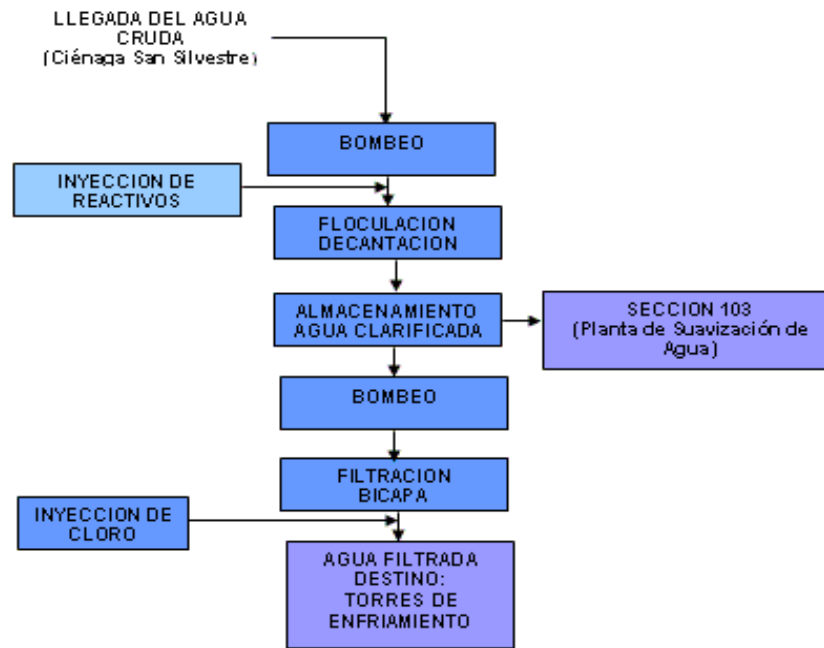
Para filtrar el agua se cuenta en la planta de clarificación con una batería de filtración compuesta por dos (2) filtros bicapa arena-antracita (O4FAAO1/02) de cuerpo cilíndrico vertical, cerrados en sus extremos superior e inferior por tapas bombeadas, trabajando a presión, lavados por bombeo de agua clarificada, mediante fachada unitaria, construidos en lámina de acero al carbono A-283 Gr.C y equipados con colector inferior tipo plato colector y boquillas y colector para recolección de agua de lavado.

¹⁷ El factor de conversión utilizado corresponde a 1 Litro = 0.01 m³.

Una vez el agua ha sido filtrada se realiza la inyección de desinfectante (hipoclorito de sodio) mediante la utilización de una bomba dosificadora y tanque de preparación.

El agua filtrada es enviada a las Torres de Enfriamiento (lote 4 y 8) respectivamente, para luego ser utilizada en los diferentes procesos.

Figura 4. Diagrama de Flujo proceso de Clarificación



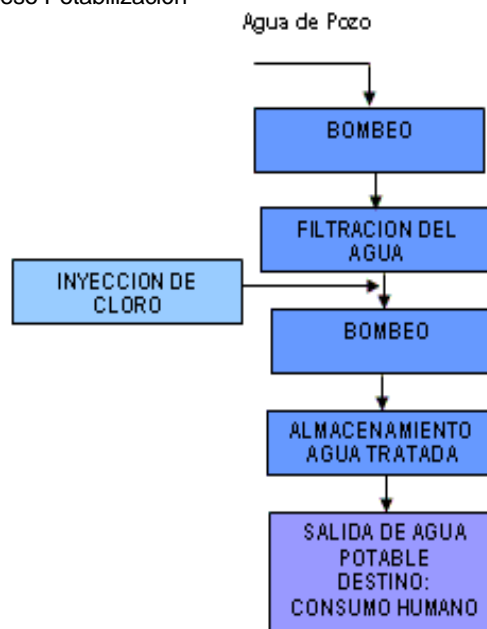
Fuente: La Autora

4.2.4.2 Potabilización. De la alberca auxiliar el agua que se va a potabilizar pasa por unos filtros en los cuales se retienen los sólidos en suspensión y de aquí pasa a una torreta donde el agua es succionada por las bombas que la envían al tanque de almacenamiento. Existe un clorinador instalado cerca de la descarga de dichas bombas donde se dosifica la cantidad de Cloro necesaria para llevar a cabo la correcta esterilización del agua, antes de llegar a los puntos de consumo.¹⁸

¹⁸ Mediante la filtración se le retienen al agua ciertas sustancias, quistes y virus pero no se garantiza su potabilidad por consiguiente una vez filtrada se debe esterilizar con Cloro o con Ozono.

El clorinador es el encargado de suministrar al agua clarificada la cantidad suficiente de Cloro que combinada con un tiempo de residencia en el tanque de almacenamiento, es capaz de destruir los agentes patógenos y de esta forma obtener el agua apta para el consumo humano. El sistema cuenta con un tanque de almacenamiento (SR-7) para garantizar un suministro constante durante el día.

Figura 5. Diagrama de Flujo proceso Potabilización



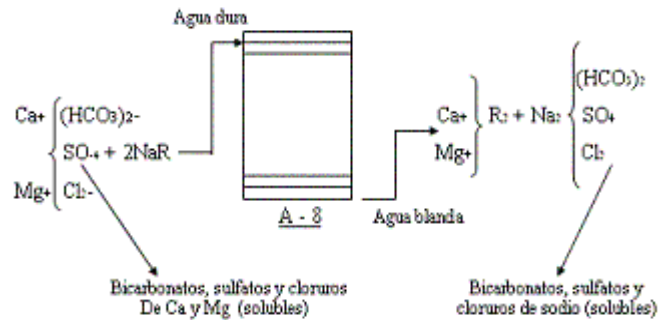
Fuente: La Autora

4.2.4.3 Suavización. En Fertilizantes Colombianos S.A., el equipo suministrado para el proceso de la suavización ó ablandamiento del agua, lo constituye una Unidad de Zeolita, cuya sigla es A-8.¹⁹

El agua clarificada es la que normalmente se suaviza en mayor cantidad llega a la Unidad de Zeolita por gravedad, procedente de la alberca SD-1 de la sección 101. El agua dura entra por la parte superior de la unidad a una presión de 2 Kgrs/cm² y pasa a través de una camada de Zeolita, arena fina y grava, en donde la resina catiónica de base sódica, intercambia su ión Sodio con los iones de Calcio y de Magnesio disueltos en el agua, convirtiéndolos en sales solubles para sustitución.

¹⁹ Solamente en caso de emergencia se puede utilizar el agua suavizada para la alimentación de las calderas.

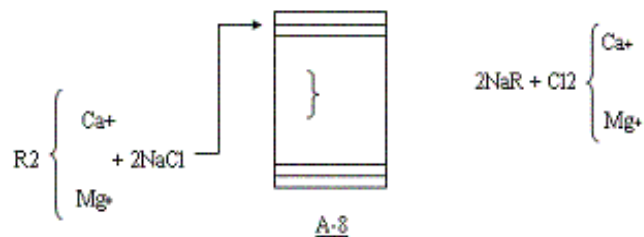
Figura 6. Reacción de Intercambio o Ablandamiento



Fuente: Manual de Operaciones Plantas de Tratamiento de Agua Ferticol S.A.

Quando el intercambio se completa, es decir que la resina se halla completamente saturada y en consecuencia el análisis de dureza a la salida de la Unidad marque 10 p.p.m(máximo permitido) se sacará de servicio y se le efectuar un contra-lavado para limpiarla y clasificarla hidráulicamente y posteriormente se regenerará pasándole una solución de sal común (salmuera) a una densidad de 1120(gravedad específica) y una concentración de 10% a 26%, en contacto con la cual, la Zeolita vuelve a fijar el Sodio perdido y cede el Calcio y el Magnesio en forma de sales solubles de Cloro y simultáneamente cambia el intercambiador catiónico a su estado de sal sódica.

Figura 7. Reacción de Regeneración

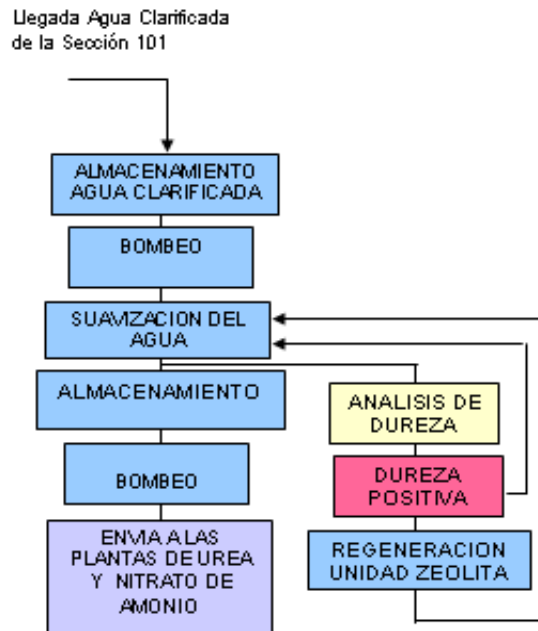


Fuente: Manual de Operaciones Plantas de Tratamiento de Agua Ferticol S.A.

Posteriormente se lava el producto de estas reacciones como el exceso de sal y la

unidad estará en condiciones de entrar en servicio para ablandar otra cantidad de agua dura, cuando el análisis de dureza a la salida indique 0 p.p.m. De la unidad de zeolita fluye el agua suavizada hacia el tambor de almacenamiento SR-3 de donde la succiona la bomba PC-15 y la envía al proceso de la planta de urea a una presión de 15 Kg/cm².

Figura 8. Diagrama de Flujo proceso de Suavización del agua



Fuente: La Autora

4.2.4.4 Desmineralización. Para el proceso de desmineralización del agua la empresa posee dos unidades de intercambio: la Unidad Catiónica(A-4) y la Unidad Aniónica(A-6), las cuales fueron diseñadas por la Permutit Compañía USA.

El agua de pozo llega a la unidad a una presión de 2.5 Kg/cm² de tratamiento (sección 103) procedente del pozo # 3 por una línea de 8" a la succión de las bombas PC-8 y PC-10 instaladas en el área de la misma.

Proveniente de la descarga de las bombas PC-8 y PC-10 el agua de pozo entra a los filtros por la parte superior y pasa en flujo descendente a través del lecho filtrante

para luego fluir ya filtrado hacia la unidad catiónica. El agua de pozo previamente filtrada entra a la unidad catiónica a través de la válvula multiport (es una válvula de múltiples servicios instalada en las líneas de entrada tanto en la unidad catiónica como en la unidad aniónica), en donde los cationes de Ca, Mg, Na, K, Fe, Al, disueltos en el agua se remueven mediante intercambio iónico.

Cuando la unidad se halla completamente saturada, se debe sacar de servicio para regenerarla con una solución de ácido sulfúrico. Una vez regenerada la unidad, estará en condiciones de continuar tratando más agua de pozo y de esta manera contribuir al equilibrio de abastecimiento normal de agua desmineralizada a las diferentes calderas en servicio.

El agua previamente tratada en la unidad catiónica, fluye hacia la torre desgasificadora A-5 en donde al entrar por la parte superior se le desaloja el CO₂ proveniente de la descomposición del ácido carbónico (H₂SO₃ - ácido débilmente ionizado) el cual por ser tan débil se descompone fácilmente H₂O y CO₂.

El agua proveniente de la torre desgasificadora es almacenada en la alberca SR-7 y a la vez conservar un nivel (al 100%), que sirve como cabeza positiva de la succión de las bombas PC-9 y PC-11, como también para al regenerar la unidad aniónica, se disponga de suficiente flujo de agua para el enjuague.

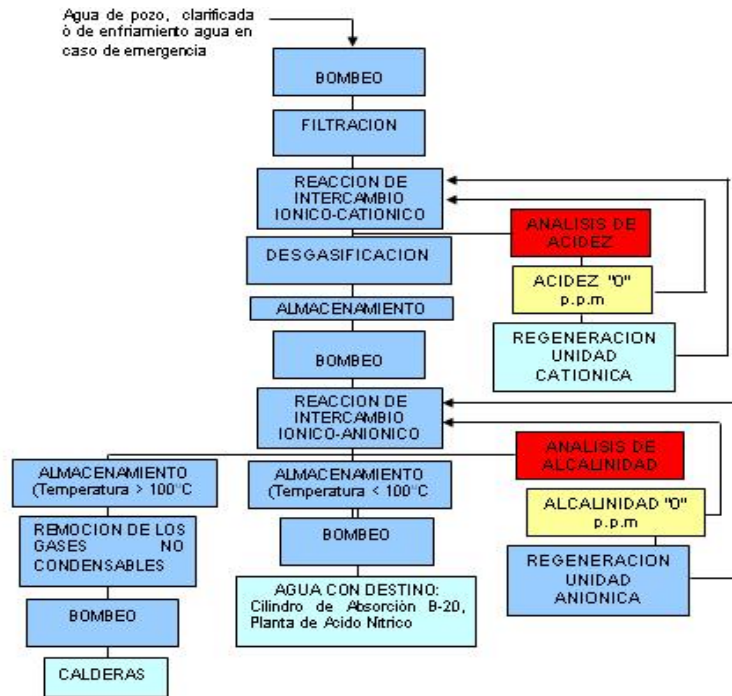
El efluente de agua impulsado por las bombas PC-9 y PC-11 entra a la unidad aniónica a través de la válvula multiport y al entrar en contacto con la resina se le remueven al agua los aniones de Carbonato, Sulfato, Nitrato, Sílice, Bicarbonato, y Cloro mediante el intercambio iónico – aniónico.

A medida que el agua va fluyendo a través de la camada de resina de la Unidad Aniónica, se efectúa la regeneración de intercambio iónico.

Cuando la unidad se satura, lo cual se determina mediante análisis de laboratorio del agua de salida, la unidad se regenera con una solución de NaOH, durante un período de tres horas.

Una vez regenerada la unidad estará en condiciones de continuar tratando más agua de pozo para desmineralizarla. De la unidad aniónica el agua desmineralizada fluye hacia los tanques de almacenamiento SR-1 y SR-2 a través de una válvula manual de doble vía con su correspondiente comunicación para cada tanque, según se desee almacenar el agua en el SR-1 o SR-2.

Figura 9. Diagrama de Flujo proceso de Desmineralización



Fuente: La Autora

5 ESTUDIO DEL SISTEMA DE MEDICION

Los procesos industriales exigen el control de la fabricación de los diversos productos obtenidos. Los procesos son muy variados y abarcan muchos tipos de productos: la fabricación de los productos derivados del petróleo, de los productos alimenticios, la industria cerámica, las centrales generadoras de energía, la siderurgia, los aislamientos térmicos, la industria papelera, la industria textil, etc.

En todos los procesos es absolutamente necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, el caudal, el nivel, la temperatura, el pH, la conductividad, la velocidad, la humedad, el punto de rocío, etc. Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar.

En Fertilizantes Colombianos S.A. dada la complejidad de los procesos productivos y las características de las variables que intervienen en estos, es de gran importancia conocer y entender el funcionamiento de los instrumentos y el papel que juegan dentro del proceso.

Para el conocimiento del sistema actual de medición, se realizaron visitas de campo, entrevistas a los operarios de las plantas y al personal de Instrumentos e Ingeniería, consultas en los archivos, manuales de proceso, bibliotecas, textos y páginas de Internet especializados en el tema de medición.

5.1 SISTEMA ACTUAL DE MEDICION

Desde el inicio de las actividades de Ferticol S.A., la instrumentación utilizada ha sido de tecnología neumática con panel centralizado en sus respectivos centros de control.²⁰ Esta instrumentación no permite llevar un control preciso y confiable de los diferentes balances tanto de materia prima como de producción, debido a su obsolescencia, baja confiabilidad y variabilidad. Cuando un instrumento falla resulta

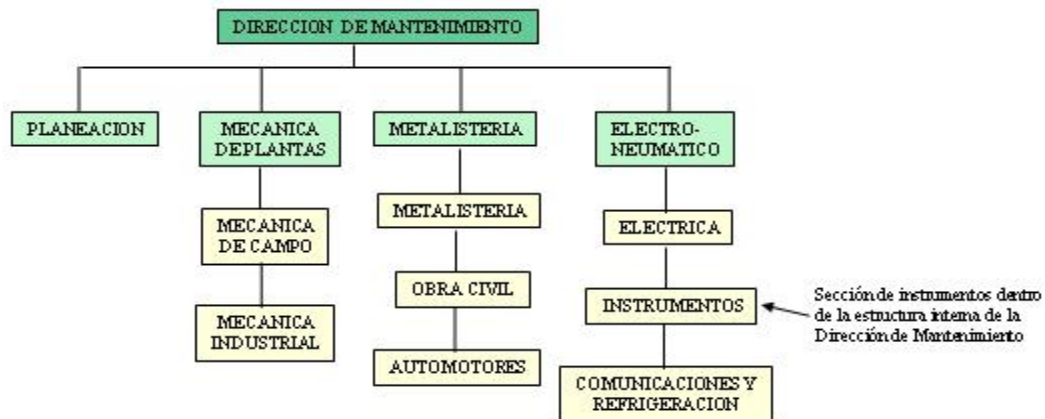
²⁰ Proyecto para la modernización de la instrumentación para carga y producción de las diferentes unidades productivas de Fertilizantes Colombianos S.A.

difícil la consecución de repuestos, pues esta instrumentación ha cumplido su ciclo de vida útil; por tanto, muchas veces se tiene que recurrir a reconstruir o adaptar las piezas averiadas afectando la calidad y confiabilidad de los registros.

En cuanto al elemento primario de medición para flujo el 98% de ellos son platinas de orificio. ²¹Con el tiempo estas se van deteriorando, por lo que es necesario retirarlas, inspeccionarlas y limpiarlas periódicamente, para verificar que ninguna condición extraña las esté afectando, y que en últimas causen imprecisión afectando la medición.

La empresa cuenta con un Departamento de Instrumentos, el cual se encarga de atender las necesidades que surjan respecto al mantenimiento general de los equipos de medición y control de las diferentes plantas.

Figura 10. Organigrama de la Dirección de Mantenimiento



Fuente: Dirección de Mantenimiento Fertilcol S.A.

5.2 SISTEMA DE MEDICIÓN PLANTA DE ARCILLA

A continuación se presentan los aspectos más importantes de los sistemas de medición utilizados en la Planta.

²¹ Uno de los elementos primarios más usados es la platina de orificio. Esta consiste en una platina circular de acero inoxidable, con un orificio generalmente circular o concéntrico.

5.2.1 Características Generales. Las variables de medición que se utilizan en la Planta son: la presión y la temperatura.

La presión es indispensable en el proceso de obtención de Arcilla, para impulsar a través de los diferentes equipos la materia prima y enviar el producto terminado a la Planta de Nitrato de Amonio.

La temperatura es utilizada para el secado de la tierra y mantener adecuados niveles de calor en los diferentes equipos.

De acuerdo a las condiciones de operación, se debe mantener un suministro de tierra que garantice la producción de Arcilla, esto se logra manteniendo un flujo constante de materia prima. En la planta existen medidores de temperatura y presión localizados en las entradas y salidas de los respectivos equipos.

En estos momentos no se conoce con precisión el volumen de gas natural que se está consumiendo en el horno ya que no existe un medidor y el consumo es establecido a partir de un factor de aprovechamiento de acuerdo a la producción de Nitrato de Amonio. Asimismo, no existe un instrumento de medición que controle la temperatura de entrada a este equipo, esto ha ocasionado el deterioro de los ladrillos refractarios que lo recubren internamente.

De acuerdo al capítulo anterior, la obsolescencia de los equipos y las limitaciones económicas de la empresa no han permitido la reposición oportuna de repuestos para el mejoramiento de la planta. Pese a estas dificultades, la Dirección de Ingeniería ha recomendado y adaptado sistemas de medición manuales, garantizando de esta forma la medición y control de las diferentes variables que intervienen en el proceso.

5.2.2 Instrumentos Utilizados. El control de la producción y consumo, se realiza mediante un sistema de medición manual (Reglilla numerada consecutivamente de 0 a 10, donde cada indicación representa una Tonelada Métrica de producto).

Para la medición y el control de las variables de proceso en la Planta existen instrumentos indicadores de presión y de temperatura, los cuales disponen de un índice y de una escala graduada en la que puede leerse el valor de la variable a medir.

Fotografía 8. Sistema de Medición Manual



Fotografía 9. Indicador de Temperatura



Fotografía 10. Controlador Indicador de Presión



En la Planta se requiere de instrumentos que permitan controlar las variables del proceso y mantener la seguridad en la planta.

Cuadro 12. Instrumentos de Medición y Control, Planta de Arcilla

VARIABLE	INSTRUMENTOS DE CONTROL	LOCALIZACIÓN
Temperatura	TH	Tubería de Salida del Molino de Bolas
Presión	PIC-1 PI-1 PI PI PI	Entrada del gas al horno Antes del quemador del horno Descarga del compresor CR-1 Aire de Transporte Succión del ventilador VV-1

FUENTE: Sección de Instrumentos

5.2.3 Descripción del Proceso. En la planta los reportes de medición se efectúan mediante información recopilada por los operarios diariamente y registrados en un libro, dejando constancia de las eventualidades presentadas en su respectivo turno. Cuando las variables de control no corresponden a los parámetros establecidos en el manual de operación de la planta, el operador toma las medidas necesarias con el propósito de garantizar la estabilidad del proceso, cuando la falla presentada es grave este da aviso oportuno a las Direcciones de Producción e Ingeniería respectivamente.

5.3 Plantas de Tratamiento de Aguas

A continuación se detallan los aspectos importantes respecto a los sistemas de medición utilizados en las Plantas de Tratamiento de Aguas (Sección 101 y 103).

5.3.1 Características Generales. En el Tratamiento del Aguas se controlan diversas variables, tales como: la presión, el flujo, el nivel, la temperatura, y se efectúan medidas de las propiedades físicas y químicas del agua tratada, a través del laboratorio con que cuenta la Empresa.

La Planta de Clarificación y Potabilización de agua fue renovada en su totalidad, para aumentar la eficiencia en el tratamiento. Los equipos de medición instalados

en esta planta son de tecnología manual, neumática y electrónica.

La obsolescencia de los equipos de medición instalados en las Planta de Desmineralización y Suavización, no permiten controlar y cuantificar la producción y consumo real del agua tratada. Esta situación exige la verificación permanente de los instrumentos de medición, para evitar fallas en el suministro de la información, en algunos casos los datos que se registran se basan en la simple observación y experiencia de los operarios de esta planta y en las estadísticas de la producción y consumo que se llevan en la Dirección de Ingeniería. A su vez se han realizado estudios de Balance Hídrico con el objetivo de establecer la cantidad de agua que se trata y su distribución en la empresa.²²

5.3.2 Instrumentos Utilizados. La empresa cuenta en la actualidad con diferentes instrumentos de medición en las plantas de tratamiento de agua tales como: un medidor electrónico de caudal, registradores de flujo con platina de orificio, contadores.

5.3.2.1 Estación de Bombeo y Torres de Enfriamiento. Los instrumentos que hay en esta área corresponden a indicadores de presión y temperatura.

Para el control y medición en las Torres de Enfriamiento se cuenta con registradores de carta circular, indicadores de presión y de temperatura, variables que son controladas por el operario de la Planta de Clarificación y Potabilización (Sección 101).

5.3.2.2 Planta de Clarificación y Potabilización. Como se mencionó anteriormente, los equipos de medición instalados en esta planta son de tecnología manual, neumática y electrónica.

Dentro de los instrumentos de control y medición manual, en la planta se cuenta con una reglilla de 4 metros de longitud x 0.10 metros de ancho, construida en lámina de acero inoxidable la cual esta numerada consecutivamente de 15 en 15 comenzando por el número 105 y terminando en 615, cifras que indican los metros cúbicos de

²² El Balance Hídrico está contenido en el Plan de Manejo Ambiental elaborado por la Dirección de Ingeniería.

agua almacenados en la alberca de clarificación. La regla se encuentra instalada verticalmente sobre la pared parte interna de la alberca y de esta forma se obtiene las medidas de los volúmenes del agua que constantemente se están manejando en este deposito.

Fotografía 11. Instrumento de Medición Manual



Los equipos de medición neumática, corresponden a los controladores e indicadores de presión y temperatura.

Fotografía 12. Instrumentación neumática (Controlador indicador de Presión)



La instrumentación electrónica corresponde a la unidad de medición de flujo con indicación en tablero de control, la cual muestra la cantidad de agua tratada en la planta.

Fotografía 13. Tablero electrónico para la Medición del Agua Tratada



Para establecer la cantidad de agua cruda que es enviada de la estación de bombeo a la planta existe un contador de agua instalado en la entrada de la misma. Asimismo, para determinar la cantidad de agua potable que se trata se cuenta con un contador, el cual actualmente se encuentra en reparación.

5.3.2.3 Planta de Desmineralización y Suavización. La planta cuenta con registradores de carta circular los cuales indican con un trazo continuo la cantidad de agua consumida en un período de tiempo determinado.

Fotografía 14. Registrador de Flujo de Carta Circular



Con este sistema de medición los operarios deben realizar la conversión de la información que registran en las cartas a la respectiva unidad de medida, a través de tablas de conversión.

Cuadro 13. Registradores de Carta Circular, Sección 103

REGISTRADOR DE FLUJO	MEDICION
QR-2	Consumo de Agua desmineralizada, Planta eléctrica
QR-3	Consumo Agua desmineralizada, Planta de Amoníaco
QR-4	Consumo Agua desmineralizada, Planta de Ácido Nítrico
QR-5	Consumo de agua Suavizada, Planta de Urea

Fuente: Dirección de Ingeniería.

Para el control de nivel en la planta de tratamiento se cuenta con una indicación visual en el tanque de almacenamiento de agua desmineralizada fría SR-1, así como un sistema de alarma de alto y bajo nivel con señalización directa al tablero de control.

Fotografía 15. Tablero de Control



El tanque de almacenamiento SR-2 (Agua desmineralizada caliente), posee una boya con su correspondiente polea, guaya y señalización móvil para la indicación del nivel desde “0” hasta “100” metros cúbicos.

Fotografía 16. Indicador de Nivel tanque SR-2



Para el control de la presión se cuenta con controladores indicadores de presión, localizados en el tablero de control de la unidad, el cual recibe la señal directamente del equipo.

El operador de la planta como el laboratorista industrial controla el PH, la sílice, el CO₂ y el O₂ disueltos para mantener el agua dentro de las especificaciones

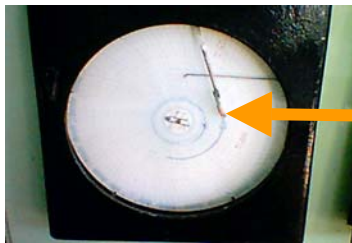
requeridas.

Fotografía 17. Instrumentos de Análisis de Laboratorio.



5.3.3 Descripción del Proceso Medición. Cada operador de planta en su respectivo turno, registra en planillas las variables del proceso, los consumos de los químicos utilizados en los tratamientos; asimismo toma nota del valor registrado en las cartas circulares para realizar la conversión de las unidades de acuerdo a la tabla que corresponda a cada registrador de flujo.


Fotografía 18. Registro del Medidor de Flujo de Agua.



La flecha indica el punto de registro para la medición. El punto corresponde para este caso a: 5.2 Kg/H

La siguiente tabla de conversión permite comprender el proceso de medición, de este instrumento.

Cuadro 14. Tarjeta Para Factor de Medición

 <p>FERTILIZANTES COLOMBIANOS, S.A TARJETA PARA FACTOR DE MEDICIÓN</p>										
Medidor: N. QR-2	Marca: FOXBORO(Mod; 40)	Unidad: Agua para Calderas (103)								
Servicio: Agua Desmineralizada para Acido Nítrico										
Orificio D.I: 1.08"	Tuberia D.I: 4"	Gama Medidor:	Gama Calibración: 87" H2O							
Disco N: 898074 (Foxboro)	Rollo N.	Factor: 800 Kg/H	Máximo Flujo 8000 Kg/H							
Presión Máx:30 KG/cm2 Mín:25 KG/cm2	Temperatura Máxima: 100 oC Mínima: 110 oC	Gravedad Específica	Fluido: Agua Desmineralizada							
TABLA PARA CONVERSION DE FLUJO Lectura Multiplicadax10										
	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
0		80	160	240	320	400	480	560	640	720
1	800	880	960	1040	1120	1200	1280	1360	1440	1520
2	1600	1680	1760	1840	1920	2000	2080	2160	2240	2320
3	2400	2480	2560	2640	2720	2800	2880	2960	3040	3120
4	3200	3280	3360	3440	3520	3600	3680	3760	3840	3920
5	4000	4080	4160	4240	4320	4400	4480	4560	4640	4720
6	4800	4880	4960	5040	5120	5200	5280	5360	5440	5520
7	5600	5680	5760	5840	5920	6000	6080	6160	6240	6320
8	6400	6480	6560	6640	6720	6800	6880	6960	7040	7120
9	7200	7280	7360	7440	7520	7600	7680	7760	7840	7920
SECCIÓN DE INSTRUMENTOS										

Fuente: Sección de Instrumentos

De acuerdo a la tabla de conversión, el valor de consumo en metros cúbicos que corresponde a 5.2 Kg/H es de 4160 respectivamente.

La información de los libros de registro y de las cartas circulares es recopilada por la Dirección de Ingeniería con el fin de evaluar la producción diaria y llevar las estadísticas de consumo de materia prima, productos y servicios auxiliares de las diferentes unidades productivas.

La información de las cartas circulares se procesa mediante la integración de flujo utilizando un planímetro. Su precisión depende mucho del cuidado con que el operador siga exactamente el registro gráfico, de la regularidad conseguida en el giro del papel o del planímetro para que no se deslice el rodillo de seguimiento, y de los posibles cambios en las dimensiones del gráfico al cambiar la humedad del ambiente. Considerando estos factores, con él se consigue una precisión en el caudal total de + ó - 1%.

Una vez se ha realizado la integración el resultado se multiplica por el factor de conversión respectivo para cada carta circular, obteniéndose el consumo total de agua.

Cuadro 15. Factores de Conversión para la Integración

REGISTRADOR DE FLUJO	MEDICION	FACTOR DE CONVERSIÓN (Galones)
QR-2	Consumo de Agua desmineralizada, Planta eléctrica	9143,2
QR-3	Consumo Agua desmineralizada, Planta de Amoníaco	23620
QR-4	Consumo Agua desmineralizada, Planta de Ácido Nítrico	6095
QR-5	Consumo de agua Suavizada, Planta de Urea	7085

Fuente: Dirección de Ingeniería

6 ANÁLISIS Y EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS PARA EL SISTEMA ACTUAL DE MEDICIÓN

6.1 ANALISIS DEL SISTEMA ACTUAL DE MEDICIÓN

Finalizada la etapa de investigación, se analiza la información recopilada, con el propósito de plantear alternativas de mejora en los sistemas de medición de las plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas, mediante el análisis técnico, operacional y económico se establece cual de las opciones es la más apropiada para la Empresa.

6.1.1 Generales.

1. La instrumentación de tecnología neumática con panel centralizado en sus respectivos centros de control, no permite llevar un control preciso y confiable de los diferentes balances tanto de materia prima como de producción, debido a su obsolescencia, baja confiabilidad y variabilidad.
2. La difícil la consecución de repuestos de los instrumentos a causa del tiempo de uso, ya que la mayoría de los sistemas de medición tienen más de 30 años, por tanto para garantizar el funcionamiento de los procesos se tiene que recurrir a reconstruir o adaptar las piezas averiadas afectando la calidad y confiabilidad de los registros.
3. En cuanto al elemento primario de medición para flujo el 98% corresponden platinas de orificio, estas con el tiempo se van deteriorando, por lo que es necesario retirarlas, inspeccionarlas y limpiarlas periódicamente, para verificar que ninguna condición extraña las esté afectando, y que en últimas causen imprecisión afectando la medición.

4. La verificación permanente de los instrumentos de medición, para evitar fallas en el suministro de la información, esta situación conlleva en algunos casos a que los datos se registren de acuerdo a la simple observación y experiencia de los operarios de las plantas y en las estadísticas de producción y consumo.

5. A pesar de que se han realizado modificaciones en las plantas en las cuales se han retirado instrumentos, reformado o renovado totalmente, realmente los parámetros de aprovechamiento de los factores de ingeniería no se encuentran actualizados, aún se continúa con información de hace veinte años.

6.1.2 Planta de Arcilla. La ausencia de un instrumento de medición que permita conocer con precisión el volumen de gas natural que se está consumiendo en el horno (H-1) de la Planta de Arcilla, conlleva a la utilización de un factor de aprovechamiento para el cálculo del consumo de gas.

6.1.3 Plantas de Tratamiento de Aguas. Las debilidades del sistema actual de medición son:

1. Debido a la investigación se detecta que la tubería utilizada para transportar agua desmineralizada hacia las diferentes plantas está sobredimensionada.

2. La señal de salida en los registradores de carta circular no es lineal, esto implica realizar la conversión de las unidades de acuerdo con el factor correspondiente.

3. Cuando se realiza la integración del flujo, la precisión de la información depende mucho del cuidado con que el operador tenga al utilizar el planímetro.

4. Las dificultades surgidas del mantenimiento de los registradores de carta circular debido a la necesidad de mantener en inventario plumas y cartas de registro que además de representar un trabajo extra en cuanto a su reemplazo también hacen dispendiosa la labor de archivo de la información.

6.2 ANALISIS DE LA SITUACIÓN

Mediante el diagnóstico realizado en las plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas se determinó:

6.2.1 Planta de Arcilla. Como se ha mencionado a lo largo de este documento la planta requiere para el proceso de calentamiento de la arcilla del suministro de gas combustible, la empresa no ha podido determinar este consumo, debido a la ausencia de un medidor de flujo, lo cual representa un problema para establecer con exactitud el costo de producción de este insumo. Es importante determinar este consumo ya que el 33% del total de los ingresos mensuales de la Empresa es destinado al pago de este insumo, el cual es la materia prima principal para la producción del Amoníaco y la Generación de la Energía Eléctrica; además de ser utilizado como combustible para los hornos instalados en las Plantas de Arcilla y Nitrato de Amonio.

Aunque es muy importante tener lazos de control de temperatura, nivel y presión para optimizar los procesos en la planta, lo que en este momento le interesa realmente a la Compañía es cuantificar con exactitud los consumos que inciden directamente en los costos de producción.

6.2.2 Plantas de Tratamiento de Aguas. Después de analizar las condiciones operacionales de las plantas de Tratamiento de Aguas, se concluyó centrar el estudio de medición solo en la sección 103, debido a que la sección 101 cuenta con instrumentos de medición más precisos y confiables, además su tiempo de uso es menor con respecto a los instalados en la planta de desmineralización y suavización del agua, pese a que en la sección 101 existe instrumentación neumática, la compañía cuenta con una planta de aire moderna, la cual envía este suministro a los equipos que los requieren bajo condiciones óptimas de calidad; además los instrumentos manuales son verificados constantemente por la Dirección de Ingeniería.

Mientras en la sección 103, además del tiempo de uso de los instrumentos, la tecnología utilizada requiere la revisión permanente y un mantenimiento constante que permitan la verificación de los equipos con el objetivo de garantizar la

confiabilidad de los registros e información.

De acuerdo a lo anterior sólo se analizarán los registradores de flujo centrando el interés en el cambio del Elemento Primario de Medición (Platina de Orificio) teniendo en cuenta que estos son los que determinan el consumo de agua a las diferentes plantas. Esto con el propósito de establecer la tecnología más apropiada para la medición del flujo, teniendo en cuenta el costo beneficio y las características técnicas y operacionales de los equipos. La demás instrumentación no se estudiará debido a la cantidad de instrumentos y la complejidad para su selección.

6.3 DETERMINACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Una vez identificado el problema y reconocido la necesidad de compra de un instrumento de medición, se procede al análisis de las características del flujo a medir y del proceso, con el propósito de preparar una descripción detallada y completa de la aplicación del medidor a instalar. Para este caso, se recopiló una pequeña lista de proveedores calificados a través de directorios comerciales y con base en la experiencia de la Compañía en compras similares, a los cuales se les envió la solicitud de cotización por medio del Departamento de Materiales y Compras. Una vez recibidas y analizadas se escogió la más favorable para la empresa, de acuerdo a los criterios establecidos para la selección del tipo de tecnología y el proveedor. (Ver anexo: Uno)

6.3.1 Criterios de Selección. La selección eficaz de un medidor de caudal exige un conocimiento práctico de la tecnología del medidor además de un profundo conocimiento del proceso y del fluido que se quiere medir. A continuación se establecen los criterios de selección para el tipo de tecnología y el proveedor.

6.3.1.1 Tecnología. A continuación se presentan los criterios seleccionados para la evaluación del tipo de tecnología.

1. El elemento primario de medición debe proveer una precisión menor o igual al 1% del flujo medido sin importar si se encuentra a la mínima o máxima carga, a la cual se dimensiona el instrumento.

2. El rango al cual trabaja el instrumento deberá ser superior a o igual a 20: 1 para garantizar medidas confiables aun en arranque o baja carga.
3. En lo posible debe evitarse altas perdidas de presión en el E.P.M. y la existencia de vacíos en el (Caso de la Platina de orificio).
4. El número de Reynold deberá ser mayor de 4000, para que se indique el caudal a partir del valor sensado de velocidad.
5. El tipo de respuesta en lo posible deberá ser lineal, para evitar realizar la conversión de las unidades y la adquisición de equipos adicionales.
6. El elemento primario de medición no deberá poseer partes móviles para minimizar su mantenimiento y evitar paulatinas pérdidas de precisión.
7. El costo de instalación del equipo deberá ser relativamente bajo.

Una vez evaluados los criterios anteriores se tendrán en cuenta otros aspectos que al igual que los anteriores son de gran importancia al momento de seleccionar un instrumento de medición.

1. La protección del E. P. M al ambiente y a sus partes eléctricas asociadas debe ser mínimo Nema4, además los elementos de montaje en campo deben ser clase I División II.
2. E.P.M deben tener display local o remoto, según se indique, pero con flujo total y actual.
3. La construcción interna debe resistir las condiciones de proceso y corrosión intrínseca dada por algunas corrientes.

4. Las entradas y salidas deberán ser entre 4- 20 mA, estándar para el elemento primario de medición, controlador, y demás instrumentación adquirida.
5. Los registradores deben almacenar la información del día y tener la posibilidad de descargarlos a medio magnético u otra interface, el refreshing de los datos debe ser máximo cada 5 segundos.

Una vez definidos los criterios de selección para la tecnología, se procede a establecer el método de calificación, para esto se utilizó una matriz de priorización, la cual permitió definir el grado de importancia que tiene cada uno de los criterios. En este caso solo se tendrán en cuenta los siete primeros criterios por ser estos los principales factores que inciden en la selección del tipo de tecnología, los demás sólo se considerarán al momento de realizar la compra del instrumento de medición.

Cuadro 16. Matriz de Priorización Tipo de Tecnología.

CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA	PRECISION	RANGEABILIDAD DEL INSTRUMENTO	COSTO DE MANTENIMIENTO	COSTOS DE INSTALACIÓN	PERDIDAS DE PRESION	MINIMO NUMERO DE REYNOLD	TIPO DE RESPUESTA	TOTAL
PRECISION		1	1	1	1	1	1	6
RANGEABILIDAD DEL INSTRUMENTO	0		1	1	1	1	1	5
COSTOS DE MANTENIMIENTO	0	0		1	0	0	0	1
COSTOS DE INSTALACION	0	0	0		0	0	0	0
PERDIDAS DE PRESION		0	1	1		1	1	4
MINIMO NUMERO DE REYNOLD	0	0	1	0	0		1	2
TIPO DE RESPUESTA	0	0	1	1	0	0		2

FUENTE: La Autora

Una vez evaluados los criterios, se establece que la precisión es el más importante al momento de elegir el tipo de tecnología a utilizar con un 30% de participación, asimismo la rango del instrumento es un factor clave a la hora de tomar la decisión de compra.

Cuadro 17. Porcentaje de Calificación para la Tecnología.

TIPO DE TECNOLOGIA	TOTAL	% DE PARTICIPACIÓN
PRECISIÓN	6	30
RANGEABILIDAD DEL INSTRUMENTO	5	25
COSTOS DE MANTENIMIENTO	1	5
COSTOS DE INSTALACION	0	0
PERDIDAS DE PRESION	4	20
MINIMO NUMERO DE REYNOLD	2	10
TIPO DE RESPUESTA	2	10
TOTAL PUNTOS	20	100

FUENTE: La Autora

Este análisis fue realizado en conjunto con el personal del área de instrumentos

6.3.1.2 Proveedores. La decisión de compra de un instrumento además del tipo de tecnología y las características técnicas del equipo y del flujo a medir implica la elección de la Empresa a la que se le comprará los instrumentos seleccionados; por tanto para la evaluación de los proveedores se tuvo en cuenta el precio, los requerimientos técnicos, el soporte técnico, la experiencia, la garantía, la disponibilidad de repuestos y la capacitación del personal. Estas características se definieron de acuerdo a la experiencia y conocimiento en la compra de equipos similares en la Empresa.

1. Precio: Este hace referencia al costo de adquisición del instrumento de medición, el cual varía dependiendo de la marca, proveedor, las características y calidad del equipo solicitado.

2. Requerimientos Técnicos: Hace referencia a las especificaciones y características mínimas que debe cumplir el equipo.

3. Soporte Técnico: Corresponde a los servicios adicionales que ofrece el proveedor una vez se ha adquirido el equipo.

4. Experiencia: Hace referencia al conocimiento, existencia en el mercado y credibilidad de los proveedores en el área de instrumentación industrial.

5. Garantía: Se refiere al respaldo del proveedor al momento de presentarse una falla en el equipo.

6. Disponibilidad de repuestos: Hace referencia a la facilidad para obtener los repuestos y/o accesorios en caso de presentarse alguna falla en el equipo, así como el precio y tiempo de entrega.

7. Capacitación del Personal: Corresponde a los programas de entrenamiento del personal respecto a la tecnología a utilizar con sus respectivos fundamentos teóricos y prácticos.

De la misma forma que para la selección de la tecnología se diseñó una matriz de priorización, con el propósito de establecer el grado de importancia de cada uno de los criterios definidos anteriormente. Para su evaluación se contó con la participación del personal de la Sección de Instrumentos.

Cuadro 18. Matriz de Priorización Tipo de Proveedores.

CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA PROVEEDORES	PRECIO	REQUERIMIENTOS TECNICOS	SOPORTE TECNICO	EXPERIENCIA	GARANTIA	DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS	CAPACITACION DEL PERSONAL	TOTAL
PRECIO		0	0	0	0	0	1	1
REQUERIMIENTOS TECNICOS	1		1	1	1	1	1	7
SOPORTE TECNICO	0	1		0	0	0	1	2
EXPERIENCIA	1	0	1		1	1	1	6
GARANTIA	1	0	0	0		1	1	3
DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS	1	0	0	0	0		1	2
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	0	0	0	0	0	0		0
TOTAL PUNTOS								21

FUENTE: La Autora

Con base en la información contenida en la matriz de priorización se definieron los porcentajes de calificación para cada uno de los criterios seleccionados. En el cuadro 19 se observan los resultados obtenidos.

Cuadro 19. Porcentaje de Calificación de los Criterios

CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA PROVEEDORES	TOTAL	% DE PARTICIPACIÓN
PRECIO	1	4,76
REQUERIMIENTOS TECNICOS	7	33,33
SOPORTE TECNICO	2	9,52
EXPERIENCIA	6	28,57
GARANTIA	3	14,29
DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS	2	9,53
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	0	0
TOTAL PUNTOS	21	100

FUENTE: La Autora

Una vez establecidos los criterios de selección, se recopiló una pequeña lista de proveedores a través de directorios comerciales y con base en la experiencia de la Compañía en compras similares, a los cuales se les envió la solicitud de cotización por medio del Departamento de Materiales y Compras.

De acuerdo a lo anterior se seleccionaron los siguientes proveedores:

Cuadro 20. Proveedores Seleccionados para la Compra

PROVEEDOR	LOCALIZACION
SIEM	Bucaramanga
AUTOMATIZACIÓN LTDA	Medellín
EQUIPO Y CONTROLES S.A.	Bogotá
MEDICIÓN Y AUTOMATIZACIÓN COLSEIN	Floridablanca
SIEMENS	Bogotá

FUENTE: La Autora

6.3.2 Planta de Arcilla. A continuación se presentan los aspectos técnicos requeridos en la planta para la medición del gas, se detallarán las alternativas y se escogerá la opción más adecuada teniendo en cuenta los criterios establecidos para la selección de la tecnología y el proveedor.

6.3.2.1 Especificación del Producto. Con ayuda del equipo de Ingeniería y la Sección de Instrumentos se determinó que las variables más importantes para la solicitud del medidor eran:

1. Las características físicas del fluido así, si el fluido a medir es mas o menos viscoso, lleva o no sustancias en suspensión, es un gas, liquido o vapor, estos serian factor determinante en una decisión.

2. Las dimensiones de las tuberías, se tiene en cuenta este factor debido a que existen límites en los diámetros de las tuberías que nos impiden el uso de ciertos elementos primarios.

3. Las pérdidas de presión permisibles en el sistema, generalmente se deben ajustar las perdidas de presión producidas por el elemento primario a un valor especificado, que no se debe exceder, esto conduce en algunos casos a la selección de elementos primarios que nos den caídas de presión mínimas.

Cuadro 21. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor de Gas

Tipo de Fluido: Gas Natural	
Presión:	Mínima: 12 Psig Máxima: 30 Psig
Temperatura:	Mínima: 60 °F Máxima: 110 °F
Flujo:	Mínimo: 500 PC/H Máximo: 7500 PC/H
Densidad:	0.00447 Lbpies ³
Gravedad Específica:	0.564
Precisión:	Más ó menos 1%
Unidad de Medida:	Pies ³ /H
Diámetro de la tubería:	2" Schedule 40

FUENTE: Supervisor Sección de Instrumentos

6.3.2.2 Descripción de las Propuestas. De acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas para el tipo de flujo a medir se preparó una solicitud detallada y completa de la aplicación del medidor para enviar a los proveedores, con el fin de que la instrumentación para la medición del gas fuese seleccionada con base en la información suministrada por la Compañía. Cada cotización fue evaluada de acuerdo a los criterios establecidos para la selección de la tecnología y el proveedor, asimismo se tuvo en cuenta la experiencia y conocimiento de la Sección de Instrumentos en la compra de instrumentos similares.

A continuación se muestra un resumen de las propuestas presentadas por los diferentes proveedores, para conocer con más detalle los ofrecimientos ver el anexo dos

Cuadro 22. Propuestas SIEM, Proveedores Industriales

TECNOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS
Alternativa Uno: Medidor De Flujo Tipo Vortex Marca: ABB	Material En Acero Inoxidable, Diámetro Nominal 2", Conexión Tipo Wafer, Para Instalar Entre Bridas Ansi 150#, Empaques De Viton, Display Digital Y Totalizador En Unidades De Ingeniería, Dos Líneas, 16 Caracteres Alfanuméricos, Rango 0-12.360 Sf 3h. Modelo: St 4000
Alternativa Dos: CONTADOR DE GAS CON PISTON ROTATORIO RMG 132 ^a Marca: RMG Made in: ALEMANIA	Sirve para la medición de volúmenes de gas en instalaciones e gas, puede utilizarse con todos los gases no agresivo (por ej: Gas natural, propano, butano, aire nitrógeno, etc); también puede emplearse en caso de tomas discontinuas de gas.

FUENTE: Cotización del Proveedor

Cuadro 23. Propuestas EQUIPOS Y CONTROLES S.A.

TECNOLOGIA	CARACTERÍSTICAS
Caudalímetro Tipo VORTEX MARCA: KROHNE	Tamaño: 2" ANSI 150 Libras Precisión: Menor de 1% del valor medido Repetibilidad: Menor de 0.5% Presión Máxima de Operación: 40 Bar Con indicación compacta

FUENTE: Cotización del Proveedor

Cuadro 24. Propuestas Automatización Limitada

TECNOLOGIA	CARACTERÍSTICAS
Alternativa Uno Medidor de Flujo tipo VORTEX	Diámetro nominal 2" Rango 0-17660 ft ³ /hr Material completo: Acero inoxidable sin partes en movimientos Conexión al proceso tipo Wafer para instalar entre bridas ANSI 150# Unidad electrónica integral con display digital y totalizador en unidades de ingeniería, salida 4-20 mA, compensación automática de temperatura

<p>Alternativa Dos</p> <p>Tubo Pitot Promediador</p>	<p>Forma Aerodinámica tipo bullet Generador de turbulencia en la superficie (STG) Toma de alta presión frontal y tomas de baja presión laterales a ambos lados para evitar la acumulación de Partículas.</p>
---	--

FUENTE: Cotización del Proveedor

6.3.2.2.1 Características de las Tecnología Propuestas. De acuerdo a las cotizaciones enviadas por cada proveedor se presentan las características principales de las tecnologías seleccionadas indicando las ventajas y desventajas de cada una de ellas, con el propósito de comprender las funciones a ser desempeñadas por el medidor cuando esté en operación.

MEDIDORES TIPO VORTEX

VENTAJAS

1. Son muy buenos para medir flujo de vapor, gases y líquidos de muy baja viscosidad. Algunos presentan partes en movimiento y otros no. Presenta caída de presión.

2. Alta rangeabilidad. La rangeabilidad típica de los medidores tipo vórtex en aplicaciones de medición de gases es de 25:1.

3. Precisión del 1% del valor medido. Precisión confiable y estable a largo término debido a la no presencia de partes móviles susceptibles de deterioro y causante de incremento exponencial de los errores.

4. Pérdidas de presión despreciables. El instrumento no introduce pérdidas de presión.

5. Respuesta Lineal

DESVENTAJAS

1. El costo de inversión inicial es alto.
2. No es muy bueno cuando el fluido es sucio y no conviene cuando existen muchos sólidos en suspensión y para líquidos viscosos, corrosivos y erosivos.

TUBO PITOT

VENTAJAS

1. No introduce ninguna pérdida de presión.
2. Otra ventaja es que puede instalarse fácilmente en donde la línea ya esta en operación y que sería imposible cortar la línea para instalar una placa de orificio o boquilla de flujo.

DESVENTAJAS

1. Se recomienda solamente en donde una medición no muy exacta no es requerida siempre y cuando el fluido este limpio, la línea sea grande y la velocidad alta.
2. El tubo "Pitot" tiene una aplicación algo limitada en líneas de los tamaños mayores, en donde el costo de instalación de una boquilla de flujo que se haría necesaria debido a la alta velocidad seria exorbitante.

Las entradas del tubo "Pitot" son bastante pequeñas y se tapan fácilmente si el tubo se usa en gases o líquidos sucios. Su instalación no se recomienda excepto bajo condiciones de flujo ideales.

3. Respuesta no lineal

MEDIDOR DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

En este caso el CONTADOR DE GAS CON PISTON ROTATORIO RMG 132^a ofertado corresponde a medidores de desplazamiento positivo por esto se analizarán sus características.

VENTAJAS

Son el fundamento o la base de muchos elementos de control. El medidor de desplazamiento positivo es un instrumento sensible al flujo. Este responde a variaciones en el valor del flujo y responde a señales mecánicas correspondiente a la rotación del eje. Se aplican en las siguientes circunstancias: donde se encuentre un flujo grande, donde se requiere una respuesta directa al valor de la variación del flujo y donde la acción mecánica es necesaria.

DESVENTAJAS

1. No tiene disponibilidad para tubería mayor de 12”.
2. Alta pérdida de presión
3. Alto costo relativo, de instalación y de mantenimiento.

6.3.2.2 Selección de la Tecnología. La selección de un instrumento de medición no es una tarea fácil, es distinto medir el caudal de un barro o de un gas, la temperatura en un autoclave o la de la superficie exterior de un horno rotatorio, la presión del ácido clorhídrico o la de vapor (¿y si éste es recalentado?) y el nivel de un depósito de agua para evitar que se vacíe o rebose el de un líquido, costoso con

fines inventariables o el nivel de material pulverulento.

Cuando la medida de caudal se utiliza con el propósito de facturar el consumo, deberá ser la más precisa posible, teniendo en cuenta el valor económico del fluido que pasa a través del medidor, y la legislación obligatoria aplicable en cada caso.

De acuerdo a la información suministrada por los diferentes proveedores se identificaron varios tipos de tecnologías para el flujo a medir, las cuales están acorde con las apreciaciones de las áreas de Ingeniería e Instrumentos.

Cuadro 25. Tipo de Tecnología y Proponentes

TECNOLOGIA	PROPONENTES
Medidor de Flujo tipo VORTEX	SIEM, Proveedores Industriales AUTOMATIZACIÓN LIMITADA EQUIPOS Y CONTROLES S.A.
CONTADOR DE GAS CON PISTON ROTATORIO RMG 132 ^a	SIEM, Proveedores Industriales
Tubo Pitot	EQUIPOS Y CONTROLES S.A.

FUENTE: Cotizaciones del Proveedores

A continuación se procede a la selección de la tecnología más apropiada de acuerdo a los criterios establecidos anteriormente. Para esto se tomaron los siete primeros criterios para su evaluación, los demás serán tenidos en cuenta al momento de la compra del instrumento, utilizando los parámetros de referencia establecidos en la TABLA COMPARATIVA DE RRD/ INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL del anexo tres.

Cuadro 26. Parámetros de referencia para la Selección del Medidor de Gas

CRITERIOS DE SELECCIÓN / TIPO DE TECNOLOGIA	PRECISION	RANGEABILIDAD DEL INSTRUMENTO	COSTO DE MANTENIMIENTO	COSTOS DE INSTALACION	PERDIDAS DE PRESION	MINIMO NUMERO DE REYNOLD	TIPO DE RESPUESTA
Vortex	1%	25:1	MEDIO	MEDIO	MEDIO	>10.000	LINEAL
Desplazamiento Positivo	1%	20:1	ALTO	ALTO	ALTO	8.000 cSt	LINEAL
Tubo Pitot	3%	5:1	BAJO	BAJO	BAJO	>100.000	CUADRATICA

FUENTE: TABLA COMPARATIVA DE RRD/ INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

A continuación se presenta la evaluación de las alternativas, teniendo en cuenta el cuadro 17: Porcentaje de Calificación de los criterios, la puntuación va de 1 a 10, en donde 1 corresponde a la mínima calificación y 10 a la máxima. De acuerdo esto se seleccionará la tecnología que mayor puntaje obtenga.

Cuadro 27. Calificación de la Tecnología para el Medidor de Gas

CRITERIOS / TIPO DE MEDIDOR	PRECISION (30%)	RANGEABILIDAD DEL INSTRUMENTO (25%)	COSTO DE MANTENIMIENTO (5%)	PERDIDAS DE PRESION (20%)	MINIMO NUMERO DE REYNOLD (10%)	TIPO DE RESPUESTA (10%)	TOTAL
Vortex	10	7.5	7	5	6	10	7.825
Desplazamiento Positivo	10	6.5	4	3	5	10	6.925
Tubo Pitot	3	2.5	10	10	8	5	5.32

FUENTE: La Autora

$$\text{Vortex: } (10 \cdot 0.3) + (7.5 \cdot 0.25) + (7 \cdot 0.05) + (5 \cdot 0.2) + (6 \cdot 0.1) + (10 \cdot 0.1)$$

$$\text{Vortex: } 3 + 1.875 + 0.35 + 1 + 0.6 + 1$$

Vortex: 7.825

$$\text{Desplazamiento Positivo: } (10 \cdot 0.3) + (6.5 \cdot 0.25) + (4 \cdot 0.05) + (3 \cdot 0.2) + (5 \cdot 0.1) + (10 \cdot 0.1)$$

Desplazamiento Positivo: $3+1.625+0.2+0.6+0.5+1$
Desplazamiento Positivo: 6.925

Tubo Pitot: $(3*0.3) + (2.5*0.25) + (10*0.05) + (10*0.2) + (8*0.1) + (5*0.1)$
 Tubo Pitot: $0.9+ 0.625+0.5+2+0.8+0.5$
Tubo Pitot: 5.325

De acuerdo a lo anterior y las características propias de cada tecnología se establece que la más apropiada para la medición del flujo de gas en la Planta de Arcilla es el Tipo Vortex, el cual obtuvo una puntuación de 7.825, comparado con los 6.925 y 5.325 que obtuvieron los de desplazamiento positivo y el tubo pitot respectivamente.

6.3.2.2.3 Selección del Proveedor. Una vez definido el tipo de tecnología se procede a establecer cual de los proveedores es el más indicado para el suministro del equipo. De acuerdo al cuadro 25: Tipo de Tecnología y Proponentes, se establece que todos los proveedores ofrecieron la tecnología seleccionada (TIPO VORTEX). Por tanto se evaluará a cada uno de los oferentes utilizando los criterios establecidos para su selección.

Cuadro 28. Calificación de la Tecnología para el Medidor de Gas

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PRECIO (4,76%)	REQUERIMIENTOS TECNICOS (33,33%)	SOPORTE TECNICO (9,52%)	EXPERIENCIA (28,57)	GARANTIA (14,29)	DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS (9,53)	TOTAL
PROVEEDORES							
SIEM, Proveedores Industriales	2	5	2	5	10	8	5.54
AUTOMATIZACIÓN LIMITADA	10	8	8	9	10	9	8.705
EQUIPOS Y CONTROLES S.A.	5	9	9	8	10	8	8.618

FUENTE: La Autora

$$\text{SIEM} = (2 \cdot 0.0476) + (5 \cdot 0.33) + (2 \cdot 0.095) + (5 \cdot 0.285) + (10 \cdot 0.142) + (8 \cdot 0.095)$$

$$\text{SIEM} = 0.0952 + 1.65 + 0.19 + 1.425 + 1.42 + 0.76$$

SIEM = 5.54

$$\text{AUTOMATIZACIÓN LTDA} = (10 \cdot 0.0476) + (8 \cdot 0.33) + (8 \cdot 0.095) + (9 \cdot 0.285) + (10 \cdot 0.142) + (9 \cdot 0.095)$$

$$\text{AUTOMATIZACIÓN LTDA} = 0.47 + 2.64 + 0.76 + 2.565 + 1.42 + 0.85$$

AUTOMATIZACIÓN LTDA = 8.705

$$\text{EQUIPOS Y CONTROLES S.A.} = (5 \cdot 0.0476) + (9 \cdot 0.33) + (10 \cdot 0.095) + (8 \cdot 0.285) + (10 \cdot 0.142) + (8 \cdot 0.095)$$

$$\text{EQUIPOS Y CONTROLES S.A.} = 0.23 + 2.97 + 0.855 + 2.28 + 1.42 + 0.76$$

EQUIPOS Y CONTROLES S.A. = 8.618

A continuación se analizan los resultados obtenidos:

SIEMS: 5.54

El instrumento ofrecido es marca ABB de origen Americano. A pesar de cumplir con los requerimientos técnicos su precio es demasiado alto. El soporte técnico del representante fue regular. Esta empresa no posee tanta experiencia en montajes, puesta en marcha y posterior mantenimiento de este tipo de instrumentación como los otros oferentes.

AUTOMATIZACIONES LTDA. : 8.705

Esta empresa ofrece instrumentación ABB de origen Americano. Los instrumentos ofertados tienen buenas referencias técnicas; existió una amplia colaboración durante el proceso de intercambio de información para rectificar y organizar la propuesta. Cuenta con respaldo técnico local y garantía de un año sobre el equipo ofertado.

En cuanto al precio es el ofrecimiento más económico, existiendo una amplia diferencia en el valor de compra con respecto al proveedor anterior a pesar de ofrecer la misma marca de instrumento cuyas características son similares en ambos casos a pesar de que la diferencia entre ambos proveedores radica en el modelo ofertado.

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES LTDA: 8.618

El instrumento ofrecido por el proveedor es Marca Krohne de origen Alemán. Los requerimientos técnicos y de proceso de los instrumentos se ajustan a los parámetros solicitados. El precio es alto con respecto a la oferta anterior pero más favorable en relación a SIEM. También cuentan con respaldo técnico local y garantía de un año sobre todos los equipos.

Tomando como referencia la información anterior y después de analizar en detalle cada oferta se recomienda que la mejor propuesta para la Compañía es la presentada por Automatizaciones Ltda, quienes obtuvieron un puntaje total de 8.705, estando muy cerca de Equipos y Controles Industriales con un resultado de 8.618.

El factor determinante para la selección del proveedor la constituyó el posicionamiento y conocimiento de la marca ABB en el mercado; además del soporte técnico, más que el precio del instrumento; asimismo la experiencia en montajes y asesorías técnicas influyeron en la calificación, coincidiendo la selección con el proveedor que ofertaba el equipo más económico.

6.3.2.2.4 Evaluación Económica. La mayoría de las decisiones relacionadas con inversiones tiende a basarse en la búsqueda de relaciones optimizadas de costo/beneficio, y el hecho de seleccionar un medidor de caudal no es la excepción a esta regla. El usuario de medidores de flujo es normalmente conservativo, por temer las consecuencias de una mala selección.

La evaluación del proyecto compara mediante distintos instrumentos, si el flujo de caja proyectado permite la rentabilidad deseada, además de recuperar la inversión.

Los métodos más comunes corresponden a los denominados Valor Presente Neto, la Tasa Interna de Retorno, el período de recuperación, la relación Beneficio/Costo. A continuación se presenta el análisis económico de la tecnología seleccionada, con el propósito de establecer si es viable o no la instalación de un instrumento de medición de flujo de gas en esta planta.

Teniendo en cuenta que en la planta no se conoce el volumen de gas consumido y para su determinación se utiliza un factor el cual establece el consumo tanto de la Planta de Nitrato de Amonio y Arcilla; por tanto para cuantificar las pérdidas a causa de la estimación se asumirá de acuerdo a la información suministrada por la Sección de Instrumentos que el porcentaje de consumo de gas con respecto al total reportado en los informes de producción y consumo es del 50% a pesar de que en la Planta solo existe un horno se requiere mayor temperatura para su funcionamiento.

Cuadro 29. Error de Medición por Estimación del Consumo de Gas Planta de Arcilla

MES	CONSUMO NITRATO+ ARCILLA MBTU	CONSUMO PLANTA DE ARCILLA	ERROR DE MEDICION POR ESTIMACIÓN (50%)	COSTO POR CONSUMO
ENERO	1006,57	503,28	251,64	763.140,59
FEBRERO	793,29	396,65	198,32	601.445,46
MARZO	644,80	322,40	161,20	488.863,33
ABRIL	990,62	495,31	247,66	751.051,24
MAYO	1031,48	515,74	257,87	782.030,21
JUNIO	1060,38	530,19	265,10	803.942,17
JULIO	694,30	347,15	173,58	526.393,23
AGOSTO	967,13	483,57	241,78	733.242,11
SEPTIEMBRE	743,46	371,73	185,87	563.666,22
OCTUBRE	938,43	469,21	234,61	711.481,27
NOVIEMBRE	834,75	417,38	208,69	632.877,78
DICIEMBRE	659,90	329,95	164,97	500.310,44

FUENTE: Informes de Producción y Consumo Mensuales

Para la determinación del error de medición de la tecnología propuesta se utilizó el porcentaje de precisión para cada tipo de medidor; el cual corresponde al 1%, para la tecnología vórtex seleccionada.

Cuadro 30. Error de Medición por utilizando la Tecnología Propuesta

MES	CONSUMO NITRATO +ARCILLA MBTU	CONSUMO PLANTA DE ARCILLA	ERROR MEDICIÓN TECNOLOGÍA VORTEX (1%)
ENERO	1006,57	503,28	5,03
FEBRERO	793,29	396,65	3,97
MARZO	644,80	322,40	3,22
ABRIL	990,62	495,31	4,95
MAYO	1031,48	515,74	5,16
JUNIO	1060,38	530,19	5,30
JULIO	694,30	347,15	3,47
AGOSTO	967,13	483,57	4,84
SEPTIEMBRE	743,46	371,73	3,72
OCTUBRE	938,43	469,21	4,69
NOVIEMBRE	834,75	417,38	4,17
DICIEMBRE	659,90	329,95	3,30

FUENTE: La Autora

A continuación se presenta el ahorro anual generado al instalar en la planta el medidor seleccionado, este se estableció multiplicando el error de medición de cada tecnología por el costo unitario del gas, el cual es de \$3032,65/MBTU. Obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 31. Costo Mensual por Consumo sin de Registrar

MES	COSTO MEDICIÓN ESTIMADA \$	COSTO TECNOLOGÍA VORTEX (1%) \$
ENERO	763.140,59	15.262,81
FEBRERO	601.445,46	12.028,91
MARZO	488.863,33	9.777,27
ABRIL	751.051,24	15.021,02
MAYO	782.030,21	15.640,60
JUNIO	803.942,17	16.078,84
JULIO	526.393,23	10.527,86
AGOSTO	733.242,11	14.664,84
SEPTIEMBRE	563.666,22	11.273,32
OCTUBRE	711.481,27	14.229,63

NOVIEMBRE	632.877,78	12.657,56
DICIEMBRE	500.310,44	10.006,21
COSTO ANUAL	\$7.858.444,05	\$ 157.168,88

FUENTE: La Autora

El ahorro de la Compañía corresponderá a la diferencia costo de la medición estimada y el costo de la tecnología propuesta.

Cuadro 32. Ahorro Anual Nueva Tecnología

AHORRO	
CON MEDICION ESTIMADA	\$7.858.444,05
TECNOLOGIA VORTEX	\$ 157.168,88
AHORRO ANUAL	\$7.701.275,17

FUENTE: La Autora

Actualmente la Compañía está perdiendo al año \$7.858.444,05 por no poseer un instrumento de medición que permita cuantificar el consumo por concepto de gas, utilizándose para su cálculo estimaciones de acuerdo a la producción de la Planta de Nitrato de Amonio.

Con la adquisición de la tecnología seleccionada (medidor de flujo tipo Vortex), la empresa obtendrá una medida confiable para el control adecuado de los procesos en la planta. La pérdida por error de medición sería de \$157.168,88.

Dado que la inversión de la nueva tecnología equivale a \$9.316.974, esto significa que con el ahorro anual la empresa en 19 meses de funcionamiento del equipo de medición, logra el pago total de la inversión realizada; quedando a partir del segundo año un nuevo sistema de medición implementado, reduciendo los costos y por ende mayor eficiencia y control de las variables de proceso. A continuación se detalla el costo de la inversión.

Cuadro 33. Costo de la Instrumentación a Instalar en el Horno H-1

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO UNITARIO	VALOR
1	Medidor de Flujo Tipo Vortex	\$5.951.865	\$5.951.865
50 metros	Cable	\$10.000	\$500.000
10 metros	Tubería Galvanizada	\$30.000	\$300.000
TOTAL PESOS			\$6.751.865

FUENTE: La Autora

Para la reducción de las líneas de proceso y el cableado se hará necesario el siguiente personal.

METALISTA: Se encargará de hacer la reducción de la tubería de proceso con un ayudante.

ELECTRICISTA: Se hará responsable del tendido eléctrico para los instrumentos y de las protecciones eléctricas que se hagan necesarias.

INSTRUMENTISTA: Se encargará de la instalación, calibración y puesta en marcha del equipo en coordinación con la empresa que proporciona los instrumentos, junto con el ayudante y un electrónico.

Cuadro 34. Costo de la Mano de Obra Para la Instalación del Medidor de Gas

TIPO DE TRABAJADOR	NUMERO ²³ DEHORAS	VALOR HORA	COSTO TOTAL
METALISTERIA	24		\$156.972
1 TUBERO		\$3270,25	\$78.486
1 SOLDADOR		\$3270,25	\$78.486
ELECTRICO	8		\$26.162
ELECTRICISTA		\$3270,25	\$26.162
INSTRUMENTOS	40		\$381.975
1 AYUDANTE		\$3183,125	\$127.325
1 INSTRUMENTISTA		\$3183,125	\$127.325
1 ELECTRONICO		\$3270,25	\$127.325
COSTO DE LA MANO DE OBRA			\$565.109

FUENTE: La Autora

²³ Para el número se tienen en cuenta solamente los días hábiles y en horario pito a pito.

Cuadro 35. Costo Total de la Inversión Para la Instalación del Medidor de Gas

TOTAL	VALOR
Total instrumentación	\$6.751.865
Total Mano de Obra	\$565.109
Contratos	\$500.000
Contingencias	\$1.500.000
TOTAL INVERSIÓN	\$9.316.974

FUENTE: La Autora

A continuación se evaluará la inversión del proyecto a cinco años, con el propósito de establecer si la adquisición de la instrumentación es realmente viable para la Compañía.

Cuadro 36.:Flujo de Efectivo Recuperación de la Inversión Anualmente.

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujos Positivos		7701275,17	7701275,17	7701275,17	7701275,17	7701275,17
Recuperación de la inversión		7701275,17	7701275,17	7701275,17	7701275,17	7701275,17
Flujos negativos	-9.316.974					
Inversion	-9.316.974	7701275,17	7701275,17	7701275,17	7701275,17	7701275,17

La Autora

Tomando como base el cuadro anterior, se determinará el valor presente neto y la tasa interna de retorno, estimando la tasa de oportunidad del mercado, a través del costo del dinero en el mercado teniendo en cuenta la tasa efectiva anual de calculando el proyecto con un riesgo alto, del 15.52%, adicional se tendrá en cuenta el valor de la DTF anual la cual corresponde al 7.38%, dando como resultado una tasa de oportunidad de 22.9% respectivamente.

Cuadro 37. Tasa de Oportunidad

CONCEPTO	%
DTF	7.38
TASA DE TIESGO	15,52
TASA DE OPORTUNIDAD	22,9

Fuente: La Autora

El siguiente cuadro muestra los resultados obtenidos al realizar la evaluación económica de la inversión:

Cuadro 38. Indicadores de Rentabilidad.

INDICADOR	RESULTADO
VPN	\$10.023.552
TIR	78%
RBC	2,32
PAY BACK	19 Meses

Fuente: La Autora

Valor presente neto VPN.: Los cálculos del flujo de caja del proyecto dieron como resultado un VPN de \$10.023.552 correspondiente a una tasa de interés del 22,9% que representa por la tasa de oportunidad.

Como el $VPN = \$10.023.552 > 0$, lo cual muestra que es conveniente invertir en el proyecto.

Tasa interna de retorno TIR: La tasa interna de retorno para el proyecto es del 78%, superando por un 55,1% a la tasa de oportunidad, presentando un panorama recomendable para la inversión y puesta en marcha del proyecto.

Pay back ó tiempo de recuperación de la inversión: Este indicador nos muestra que la inversión del proyecto será recuperada a los 19 meses de funcionamiento del equipo de medición instalado.

6.3.3 Plantas De Tratamiento De Agua. A continuación se presentan los aspectos técnicos requeridos en la plantas de tratamiento de aguas para su medición, de la misma manera que para la selección del medidor de gas en la Planta de Arcilla se detallarán las alternativas y se escogerá la opción más adecuada teniendo en cuenta los criterios establecidos para la selección de la tecnología y el proveedor.

6.3.3.1 Especificación del Producto. Con base en los requerimientos y los datos técnicos recolectados en la Sección de Instrumentos y la Dirección de Ingeniería se determinó que la presión, temperatura, tipo de flujo, Unidad de Medida y el diámetro de la tubería eran las características más relevantes para considerar al momento de realizar la solicitud de los instrumentos de medición.

Cuadro 39. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor FR-2

TIPO DE FLUIDO AGUA DESMINERALIZADA FR-2 (AGUA PLANTA ELÉCTRICA)	
Presión:	Mínima: 25 Kg/cm ² Máxima: 30 Kg/cm ²
Temperatura:	Mínima: 100 °C Máxima: 110 °C
Flujo:	Mínimo: 1200 Kg/H Máximo: 12000 Kg/H
Precisión:	Más ó menos 1%
Unidad de Medida:	Kg/H
Diámetro de la tubería:	4" Schedule 40

FUENTE: Supervisor Sección de Instrumentos

Cuadro 40. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor FR-3

TIPO DE FLUIDO AGUA DESMINERALIZADA FR-3 (AGUA CALDERA AMONÍACO)	
Presión:	Mínima: 25 Kg/cm ² Máxima: 30 Kg/cm ²
Temperatura:	Mínima: 100 °C Máxima: 110 °C
Flujo:	Mínimo: 2200 Kg/H Máximo: 22000 Kg/H
Precisión:	Más ó menos 1%
Unidad de Medida:	Kg/H
Diámetro de la tubería:	4" Schedule 40

FUENTE: Supervisor Sección de Instrumentos

Cuadro 41. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor FR-4

TIPO DE FLUIDO AGUA DESMINERALIZADA FR-4 (AGUA CALDERA ACIDO NÍTRICO)	
Presión:	Mínima: 25 Kg/cm ² Máxima: 30 Kg/cm ²
Temperatura:	Mínima: 100 oC Máxima: 110 oC
Flujo:	Mínimo: 800 Kg/H Máximo: 8000 Kg/H
Precisión:	Más ó menos 1%
Unidad de Medida:	Kg/H
Diámetro de la tubería:	4" Schedule 40

FUENTE: Supervisor Sección de Instrumentos

Cuadro 42. Variables a Considerar Para la Solicitud del Medidor FR-5

TIPO DE FLUIDO AGUA SUAVIZADA FR-5 (AGUA PLANTA DE UREA)	
Presión:	Mínima: 15 Kg/cm ² Máxima: 20 Kg/cm ²
Temperatura:	Mínima: 25 oC Máxima: 30 oC
Flujo:	Mínimo: 2200 Kg/H Máximo: 22000 Kg/H
Precisión:	Más ó menos 1%
Unidad de Medida:	Kg/H
Diámetro de la tubería:	2" Schedule 40

FUENTE: Supervisor Sección de Instrumentos

6.3.3.2 Descripción de las Propuestas. Con la información anterior se preparó una solicitud detallada y precisa para cada clase de agua (desmineraliza y suavizada) la cual fue enviada a los diferentes proveedores a través del Departamento de Materiales y Compras. Una vez recibidas las solicitudes se procedió a su análisis de acuerdo a los parámetros establecidos para la selección del tipo de tecnología y el proveedor, para esto se utilizó el mismo

procedimiento usado para la selección del medidor de gas.

A continuación se presentan las distintas propuestas recibidas por parte de los proveedores, para conocer más a fondo los aspectos comerciales y técnicos ver el anexo dos

Cuadro 43. Propuestas SIEM, Proveedores Industriales (Medición de Agua)

TECNOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS
Tanto para el agua desmineralizada como suavizada el proveedor ofertó el mismo tipo de tecnología (Medidor de Flujo Tipo VORTEX) diferenciándose esta por el diámetro nominal de la tubería y el rango de medición.	Material En Acero Inoxidable, Conexión Tipo Wafer, Para Instalar Entre Bridas Ansi 150#, Empaques De Viton, Display Digital Y Totalizador En Unidades De Ingeniería, Dos Líneas, 16 Caracteres Alfanuméricos, Modelo: St 4000

FUENTE: Cotización del Proveedor

Cuadro 44. Propuestas EQUIPOS Y CONTROLES S.A. (Medición de Agua)

PLANTA	TECNOLOGIA	CARACTERÍSTICAS
ACIDO NITRICO AMONIACO ELECTRICA (Agua desmineralizada)	Caudalímetro Electromagnético Modelo: Aqualux 010 K/F-4" ANSI 150 Libras	Sensor AQUALUX Conexión Bridada Tamaño 2" ANSI 150 Materiales del sensor: Tubo de medida: Acero inoxidable, recubrimiento interno de polipropileno
PLANTA DE UREA (Agua Suavizada)	Caudalímetro Electromagnético Modelo: Aqualux 010 K/F-2" ANSI 150 Libras	Sensor AQUALUX Conexión Bridada Tamaño 2" ANSI 150 Materiales del sensor: Tubo de medida: Acero inoxidable, recubrimiento interno de polipropileno

FUENTE: Cotización del Proveedor

Cuadro 45. Propuestas Automatización Limitada (Medición de Agua)

PLANTA	TECNOLOGIA	CARACTERÍSTICAS
<p>Alternativa Uno</p> <p>PLANTA DE ACIDO NITRICO PLANTA DE AMONIACO PLANTA ELECTRICA (Agua Desmineralizada)</p> <p>La diferencia en el equipo radica principalmente en el diámetro nominal y en el rango de medición.</p> <p>Alternativa Dos PLANTA DE ACIDO NITRICO PLANTA DE AMONIACO PLANTA ELECTRICA (Agua Desmineralizada) De igual forma la diferencia está en el rango de medición y en el diámetro nominal respectivamente.</p>	<p>Medidor de Flujo tipo VORTEX</p> <p>Tubo Pitot</p>	<p>Diámetro nominal 2" Rango 0-353 ft³/hr Material completo: Acero inoxidable sin partes en movimientos Conexión al proceso tipo Wafer para instalar entre bridas ANSI 150# Unidad electrónica integral con display digital y totalizador en unidades de ingeniería, salida 4-20 mA, compensación automática de temperatura Forma Aerodinámica tipo bullet Generador de turbulencia en la superficie (STG)</p> <p>Toma de alta presión frontal y tomas de baja presión laterales a ambos lados para evitar la acumulación de Partículas.</p>
<p>ALTERNATIVA UNO</p> <p>PLANTA DE UREA(Agua Suavizada)*</p> <p>ALTERNATIVA DOS</p>	<p>Medidor de Flujo Tipo Vortex</p> <p>Tubo Pitot</p>	<p>Iguals características que para el de agua desmineralizada, la diferencia es el rango y el diámetro nominal.</p> <p>Iguals características que para el agua desmineralizada excepto por el diámetro nominal y el rango.</p>

FUENTE: Cotización del Proveedor

*Para los equipos de medición de flujo de agua, si la conductividad está por encima de 20 uS se puede utilizar un medidor de flujo tipo electromagnético.

6.3.3.2.1 Características de las Tecnología Propuestas. De igual forma que para la Planta de Arcilla se presentan las características principales de las tecnologías seleccionadas por cada proveedor indicando las ventajas y desventajas de cada una de ellas, con el propósito de comprender las funciones a ser desempeñadas por el medidor cuando esté en operación. Así mismo se describirá las características principales de la tecnología actual, la cual como se indicó en el capítulo anterior corresponde a las platinas de orificio. En este caso no se detallará los medidores Vortex ni el tubo de pitot, ya que en el numeral 6.3.2.2.1 se describió este tipo de tecnología, por tanto solo se describirán los medidores electromagnéticos y las platinas de orificio.

TECNOLOGÍA ACTUAL: PLATINAS DE ORIFICIO

Uno de los elementos primarios más usados es la platina de orificio. Esta consiste en una platina circular de acero inoxidable, con un orificio generalmente circular y concéntrico.

Las características principales de la platina de orificio son:

VENTAJAS

La gran ventaja de la platina de orificio en comparación con los otros E.P.M, es que debido a la pequeña cantidad de material y el tiempo relativamente corto de maquinado que se requiere en su manufactura, su costo llega a ser comparativamente bajo, aparte de que es fácilmente reproducible, fácil de instalar y desmantelarlas.

DESVENTAJAS

1. Es inadecuada en la medición de sólidos en suspensión.
2. No conviene su uso en la medición de vapores se necesita perforar la parte

inferior).

3. El comportamiento con fluidos viscosos es errático pues la placa se calcula para una temperatura y viscosidad dada.
4. Máxima pérdida de presión.
5. Requiere inspección periódica.
6. Desgaste del orificio sobre todo cuando se manejan fluidos sucios.
7. La salida de medición no es lineal con el caudal.
8. Pueden producirse efectos de envejecimiento es decir acumulación de depósitos o la erosión de las aristas vivas.
9. La presión suele ser menor que la de los medidores más modernos, especialmente si, como es habitual, el medidor se entrega sin calibrar.

MEDIDORES ELECTROMAGNETICOS

VENTAJAS

1. No producen caída de presión, funcionan con el principio de la Ley de FARADAY, al igual que los de ultrasonido no presentan partes en movimiento y pueden medir flujo en cualquier régimen cuando el fabricante lo acredite como tal.
2. No presentan obstrucciones al flujo, por lo que son adecuados para su instalación en grandes tuberías de suministro de agua, donde es esencial que la pérdida de

carga sea pequeña.

3. Se fabrican en una gama de tamaños superior a la de cualquier otro tipo de medidor.
4. No son prácticamente afectados por variaciones en la densidad, viscosidad, presión, temperatura y, dentro de ciertos límites, conductividad eléctrica.
5. No son seriamente afectados por perturbaciones aguas arribas del medidor.
6. La señal de salida es, habitualmente lineal.
7. Pueden utilizarse para la medida del caudal en cualquiera de las dos direcciones.

DESVENTAJAS

1. El Líquido cuyo caudal se mide tiene que tener una razonable conductividad eléctrica para fines industriales el límite práctico es del orden de 18 mho cm^{-1} . Esto significa que los líquidos acuosos pueden manejarse adecuadamente, lo que no ocurre con los líquidos orgánicos.
2. La energía disipada por las bobinas da lugar al calentamiento local del tubo del medidor.

6.3.3.3 Selección de la Tecnología. De igual manera que para la Planta de Arcilla los diferentes proveedores se identificaron varios tipos de tecnología para el flujo a medir, las cuales están acorde con las apreciaciones del área de Ingeniería e Instrumentos, se procede entonces a determinar cual de las tecnologías propuestas es más conveniente para la medición de agua desmineralizada y suavizada respectivamente.

Cuadro 46. Tipo de Tecnología y Proponentes para Medición del Flujo de Agua.

TECNOLOGIA		PROONENTES
Medidor de Flujo tipo VORTEX		SIEM, Proveedores Industriales AUTOMATIZACIÓN LIMITADA
Medidor Electromagnético	Tipo	EQUIPOS Y CONTROLES AUTOMATIZACIÓN LIMITADA
Tubo Pitot		AUTOMATIZACIÓN

FUENTE: Cotizaciones del Proveedores

A continuación se resumen las características a considerar para la evaluación de la tecnología.

Cuadro 47. Tipo de Tecnología y Criterios de Selección

TIPO DE MEDIDOR	CRITERIOS						
	PRECISION	RANGEABILIDAD DEL INSTRUMENTO	COSTO DE MANTENIMIENTO	COSTOS DE INSTALACION	PERDIDAS DE PRESION	MINIMO NUMERO DE REYNOLD	TIPO DE RESPUESTA
Platina de Orificio	1 al 5%	5:1	M-H	M-H	H	>30.000	CUADRATICA
Vortex	1%	25:1	M	M	M	>10.000	LINEAL
Electromagnético	0,25%	3000:1	M	H	L	NINGUNO	LINEAL
Tubo Pitot	3%	5:1	L	L	L	>100.000	CUADRATICA

FUENTE: TABLA COMPARATIVA DE RRD/ INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Se procede entonces a la calificación de cada una de las tecnologías acorde a los criterios establecidos para la selección de la tecnología.

Cuadro 48. Calificación de la Tecnología para los Medidores de Flujo de Agua

TIPO DE MEDIDOR / TIPO DE TECNOLOGIA	PRECISION (30%)	RANGEABILIDAD DEL INSTRUMENTO (25%)	COSTO DE MANTENIMIENTO (5%)	PERDIDAS DE PRESION (20%)	MINIMO NUMERO DE REYNOLD (10%)	TIPO DE RESPUESTA (10%)	TOTAL
Vortex	10	7.5	7	5	6	10	7.825
Electromagnético	10	10	7	10	10	10	9.875
Tubo Pitot	3	2.5	10	10	8	5	5.32

Fuente: La Autora

Vortex: $(10 \cdot 0.3) + (7.5 \cdot 0.25) + (7 \cdot 0.05) + (5 \cdot 0.2) + (6 \cdot 0.1) + (10 \cdot 0.1)$

Vortex: $3 + 1.875 + 0.35 + 1 + 0.6 + 1$

Vortex: 7.825

Electromagnético: $(10 \cdot 0.3) + (10 \cdot 0.25) + (7.5 \cdot 0.05) + (10 \cdot 0.2) + (10 \cdot 0.1) + (10 \cdot 0.1)$

Electromagnético: $3 + 2.5 + 0.375 + 2 + 1 + 1$

Electromagnético: 9.875

Tubo Pitot: $(3 \cdot 0.3) + (2.5 \cdot 0.25) + (10 \cdot 0.05) + (10 \cdot 0.2) + (8 \cdot 0.1) + (5 \cdot 0.1)$

Tubo Pitot: $0.9 + 0.625 + 0.5 + 2 + 0.8 + 0.5$

Tubo Pitot: 5.325

Los resultados anteriores muestran que la tecnología más apropiada para la medición del flujo de tanto para el Agua Desmineralizada y Suavizada es el medidor Electromagnético, el cual obtuvo una puntuación de 9.875, comparado con los 7.825 y 5.325 que obtuvieron los tipo vórtex y el tubo pitot respectivamente.

Cabe señalar que de acuerdo a la recomendación hecha por el Distribuidor Automatización Limitada, en donde se recomienda que si la conductividad del agua a medir se encuentra por encima de 20 uS se puede utilizar un medidor de flujo electromagnético, se concluye lo siguiente:

Las unidades de medida para la conductividad mínima del agua para el transmisor de flujo de agua suavizada deben ser de 10 uS (micro Siemens) ²⁴. En el agua suavizada es casi seguro que se cumpla esta condición ya que en esta etapa a esta no se le han removido los minerales por tanto debe tener una conductividad cercana a 80 uS. Contrario a lo que ocurre con el agua desmineralizada en estos casos la conductividad esta por debajo de 5uS por tanto no se puede utilizar el transmisor electromagnético.

De acuerdo a lo anterior se tiene que para la medición de flujo del agua suavizada el tipo de tecnología seleccionada corresponde al medidor de flujo electromagnético; a pesar de que esta tecnología cumple con las especificaciones técnicas requeridas para la medición del agua desmineralizada se descarta por la razón antes mencionada, por tanto la tecnología seleccionada para esta clase de agua corresponde al medidor tipo Vortex por se este el que obtuvo la segunda puntuación.

6.3.3.3.1 Selección del Proveedor. A continuación se evaluará a cada proveedor con el propósito de establecer cual de los proveedores es el más indicado para el suministro del equipo. De acuerdo a la tabla 21: Tipo de Tecnología y Proponentes, se estable para el agua desmineralizada, los proponentes de la Tecnología Tipo Vortex seleccionada fueron: SIEM y AUTOMATIZACIÓN LIMITADA; mientras que para el agua suavizada los oferentes fueron: EQUIPOS Y CONTROLES y AUTOMATIZACIÓN LIMITADA.

Cuadro 49. Calificación de la Tecnología para el Medidor de Agua Desmineralizada

CRITERIOS DE SELECCIÓN	PRECIO (4,76%)	REQUERIMIENTOS TECNICOS (33,33%)	SOPORTE TECNICO (9,52%)	EXPERIENCIA (28,57)	GARANTIA (14,29)	DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS (9,53)	TOTAL
PROVEEDORES							
SIEM, Proveedores Industriales	2	5	2	5	10	8	5.54
AUTOMATIZACIÓN LIMITADA	10	8	8	9	10	9	8.705

FUENTE: La Autora

²⁴ 1 uS = 1x10-6 Ohm.

$$\begin{aligned} \text{SIEM} &= (2 \cdot 0.0476) + (5 \cdot 0.33) + (2 \cdot 0.095) + (5 \cdot 0.285) + (10 \cdot 0.142) + (8 \cdot 0.095) \\ \text{SIEM} &= 0.0952 + 1.65 + 0.19 + 1.425 + 1.42 + 0.76 \\ \mathbf{\text{SIEM}} &= \mathbf{5.54} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{AUTOMATIZACIÓN LTDA} &= (10 \cdot 0.0476) + (8 \cdot 0.33) + (8 \cdot 0.095) + (9 \cdot 0.285) + \\ & (10 \cdot 0.142) + (9 \cdot 0.095) \\ \text{AUTOMATIZACIÓN LTDA} &= 0.47 + 2.64 + 0.76 + 2.565 + 1.42 + 0.85 \end{aligned}$$

AUTOMATIZACIÓN LTDA = 8.705

A continuación se analizan los resultados obtenidos:

SIEMS: 5.54

El instrumento ofrecido es marca ABB ST-4000 de origen Americano. A pesar de cumplir con los requerimientos técnicos su precio es demasiado alto. El soporte técnico del representante fue regular. Esta empresa no posee tanta experiencia en montajes, puesta en marcha y posterior mantenimiento de este tipo de instrumentación como los otros eferentes.

AUTOMATIZACIONES LTDA. : 8.705

Esta empresa ofrece instrumentación ABB de origen Americano. Los instrumentos ofertados tienen buenas referencias técnicas; existió una amplia colaboración durante el proceso de intercambio de información para rectificar y organizar la propuesta. Cuenta con respaldo técnico local y garantía de un año sobre el equipo ofertado.

En cuanto a precio es el ofrecimiento más económico, existiendo una amplia diferencia en el valor de compra con respecto al proveedor anterior a pesar de ofrecer la misma marca de instrumento cuyas características son similares en ambos casos a pesar de que la diferencia entre ambos proveedores radica en el

modelo ofertado.

Cuadro 50. Calificación de la Tecnología para el Medidor de Agua Suavizada

CRITERIOS DE SELECCIÓN PROVEEDORES	PRECIO (4,76%)	REQUERIMIENTOS TECNICOS (33,33%)	SOPORTE TECNICO (9,52%)	EXPERIENCIA (28,57)	GARANTIA (14,29)	DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS (9,53)	TOTAL
AUTOMATIZACIÓN LIMITADA	10	8	8	9	10	9	8.705
EQUIPOS Y CONTROLES S.A.	5	9	9	8	10	8	8.618

FUENTE: La Autora

$$\text{AUTOMATIZACIÓN LTDA} = (10 \cdot 0.0476) + (8 \cdot 0.33) + (8 \cdot 0.095) + (9 \cdot 0.285) + (10 \cdot 0.142) + (9 \cdot 0.095)$$

$$\text{AUTOMATIZACIÓN LTDA} = 0.47 + 2.64 + 0.76 + 2.565 + 1.42 + 0.85$$

$$\text{AUTOMATIZACIÓN LTDA} = 8.705$$

$$\text{EQUIPOS Y CONTROLES S.A.} = (5 \cdot 0.0476) + (9 \cdot 0.33) + (10 \cdot 0.095) + (8 \cdot 0.285) + (10 \cdot 0.142) + (8 \cdot 0.095)$$

$$\text{EQUIPOS Y CONTROLES S.A.} = 0.23 + 2.97 + 0.855 + 2.28 + 1.42 + 0.76$$

$$\text{EQUIPOS Y CONTROLES S.A.} = 8.618$$

AUTOMATIZACIONES LTDA. : 8.705: Esta empresa ofrece instrumentación ABB de origen Americano. Los instrumentos ofertados tienen buenas referencias técnicas; existió una amplia colaboración durante el proceso de intercambio de información para rectificar y organizar la propuesta. Cuenta con respaldo técnico local y garantía de un año sobre el equipo ofertado.

En cuanto a precio es el ofrecimiento más económico, existiendo una amplia diferencia en el valor de compra con respecto al proveedor anterior a pesar de ofrecer la misma marca de instrumento cuyas características son similares en ambos casos a pesar de que la diferencia entre ambos proveedores radica en el modelo ofertado.

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES LTDA: 8.618: El instrumento ofrecido por el proveedor es Marca Krohne de origen Alemán. Los requerimientos técnicos y de proceso de los instrumentos se ajustan a los parámetros solicitados. El precio es alto con respecto a la oferta anterior pero más favorable en relación a SIEM. También cuentan con respaldo técnico local y garantía de un año sobre todos los equipos.

Tomando como referencia la información anterior y después de analizar en detalle cada oferta se recomienda que la mejor propuesta para la Compañía es la presentada por Automatizaciones Ltda, quienes obtuvieron un puntaje total de 8.705, estando muy cerca de Equipos y Controles Industriales con un resultado de 8.618.

El factor determinante para la selección del proveedor la constituyó el posicionamiento y conocimiento de la marca ABB en el mercado; además del soporte técnico, más que el precio del instrumento; asimismo la experiencia en montajes y asesorías técnicas influyeron en la calificación, coincidiendo la selección con el proveedor que ofertaba el equipo más económico.

6.3.3.3.2 Evaluación Económica. A continuación se presenta el análisis económico de la tecnología seleccionada, con el fin de establecer si el cambio de tecnología en las plantas de tratamiento de agua es recomendable o no para la compañía.

De la misma forma que para la Planta de Arcilla se determinará el error de medición de acuerdo al porcentaje teniendo en cuenta otras consideraciones adicionales. Se tomará como referencia la cantidad de agua tratada en el año 2003, debido a que durante este año se refleja el consumo de agua suavizada en la Planta de Urea, de

esta forma se podrá establecer de manera más precisa el error generado con la platina de orificio (instrumento actual de medición).

6.4.3.1.1.1 Medidores de Agua Desmineralizada. A continuación se presentan los cálculos realizados para la evaluación económica de los medidores tipo vórtex a instalar en esta planta de tratamiento.

Cuadro 51. Tratamiento de Agua Desmineralizada año 2003.

MES	AGUA DESMINERALIZADA MEGA-GALONES		
	AMONIACO	ACIDO	PLANTA ELECTRICA
ENERO	1758	1163	870
FEBRERO	1578	933	822
MARZO	1531	861	633
ABRIL	1655	1033	557
MAYO	1770	1064	423
JUNIO	1807	1040	439
JULIO	1499	829	368
AGOSTO	1798	1114	698
SEPTIEMBRE	1513	826	473
OCTUBRE	1670	1089	348
NOVIEMBRE	1635	1121	155
DICIEMBRE	120,3	739,76	4736

FUENTE: Informes de Producción y Consumo Mensuales

Para la determinación del error de medición de la tecnología actual y después de analizar con la Sección de Instrumentos se estableció que al porcentaje de error del 5% que tiene las platinas de orificio debería incrementársele un 25% adicional debido a que este elemento primario tiene una vida útil de aproximadamente 2 a 3 años y requiere ser retirado para revisarse, además se requiere adicionarle un receptor de señal que para este caso corresponden a los registradores de flujo generando distorsión en la información; asimismo como la respuesta no es lineal se deben realizar la conversión de unidades a partir de factores que no han sido revisados en mucho tiempo.

Cuadro 52. Error de la Medición Tecnología Actual 2003.

MES	AGUA DESMINERALIZADA ERROR PLATINA DE ORIFICIO (5%)		
	AMONIACO	ACIDO	PLANTA ELECTRICA
ENERO	527,4	348,9	261
FEBRERO	473,4	279,9	246,6
MARZO	459,3	258,3	189,9
ABRIL	496,5	309,9	167,1
MAYO	531	319,2	126,9
JUNIO	542,1	312	131,7
JULIO	449,7	248,7	110,4
AGOSTO	539,4	334,2	209,4
SEPTIEMBRE	453,9	247,8	141,9
OCTUBRE	501	326,7	104,4
NOVIEMBRE	490,5	336,3	46,5
DICIEMBRE	36,09	221,928	1420,8

FUENTE: La Autora

Para establecer el error de medición de la tecnología propuesta se utilizó el porcentaje de precisión para cada tipo de medidor, este porcentaje se detalla en el anexo tres. El cual corresponde al 1%, para la tecnología vórtex seleccionada.

Cuadro 53. Error de Medición utilizando la Tecnología Propuesta

MES	AGUA DESMINERALIZADA TECNOLOGIA TIPO VORTEX (1%)		
	AMONIACO	ACIDO	PLANTA ELECTRICA
ENERO	17,58	11,63	8,7
FEBRERO	15,78	9,33	8,22
MARZO	15,31	8,61	6,33
ABRIL	16,55	10,33	5,57
MAYO	17,7	10,64	4,23
JUNIO	18,07	10,4	4,39
JULIO	14,99	8,29	3,68

AGOSTO	17,98	11,14	6,98
SEPTIEMBRE	15,13	8,26	4,73
OCTUBRE	16,7	10,89	3,48
NOVIEMBRE	16,35	11,21	1,55
DICIEMBRE	1,203	7,3976	47,36

FUENTE: La Autora

A continuación se establece el costo generado por el error en la medición con la tecnología actual y con la propuesta, para su cálculo se tomo como referencia el costo de producción del agua desmineralizada, multiplicado por las pérdidas presentadas tanto con la platina de orificio como con la tecnología tipo Vortex.

Cuadro 54. Costo Mensual por Error de Medición para el Agua Desmineralizada.

MES	COSTO PLATINA DE ORIFICIO \$	COSTO TECNOLOGÍA VORTEX (1%) \$
ENERO	5133203,55	171106,785
FEBRERO	4513048,65	150434,955
MARZO	4096001,25	136533,375
ABRIL	4393892,25	146463,075
MAYO	4410140,85	147004,695
JUNIO	4449408,3	148313,61
JULIO	3650518,8	121683,96
AGOSTO	4888120,5	162937,35
SEPTIEMBRE	3807588,6	126919,62
OCTUBRE	4207033,35	140234,445
NOVIEMBRE	3941639,55	131387,985
DICIEMBRE	7577345,04	252578,168
COSTO ANUAL	55067940,7	1835598,02

Fuente: La Autora

El costo anual corresponde a la sumatoria de los ahorros generados en cada planta

al instalar la nueva tecnología.

Cuadro 55. Ahorro Anual Nueva Tecnología

AHORRO	
CON PLATINA DE ORIFICIO	\$55067940,7
TECNOLOGIA VORTEX	\$1835598,02
AHORRO ANUAL	\$53.232.342

FUENTE: La Autora

Cuadro 56. Costo de la Instrumentación a Instalar en la Planta de Tratamiento de Agua

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO UNITARIO	VALOR
3	Medidor Tipo Vortex, para Planta de Acido Nítrico	\$6.904.163,4	\$20.712.490,2
250 metros	Cable	\$10.000	\$2.500.000
25 metros	Tubería Galvanizada	\$30.000	\$750.000
TOTAL PESOS			\$23.962.490

FUENTE: La Autora

Cuadro 57. Costo de la Mano de Obra Para la Instalación del Medidor Tipo Vortex

TIPO DE TRABAJADOR	NUMERO DEHORAS	VALOR HORA	COSTO TOTAL
METALISTERIA	120		\$784860
1 TUBERO		\$3270,25	\$392430
1 SOLDADOR		\$3270,25	\$392430
ELECTRICO	40		\$130810
ELECTRICISTA		\$3270,25	\$130810
INSTRUMENTOS	120		\$1.156.380
1 AYUDANTE		\$3183,125	\$381.975
1 INSTRUMENTISTA		\$3183,125	\$381.975
1 ELECTRONICO		\$3270,25	\$392.430
COSTO DE LA MANO DE OBRA			\$2.726.100

Cuadro 58. Costo Total de la Inversión Para la Instalación del Medidor de Agua Desmineralizada.

TOTAL	VALOR
Total instrumentación	\$23.962.490
Total Mano de Obra	\$2.726.100
Contratos	\$1200000
Contingencias	\$2000000
TOTAL INVERSIÓN	\$29.888.590

FUENTE: La Autora

La inversión para la instalación de los medidores de flujo se evaluará a cinco años, con el propósito de establecer si la adquisición de la instrumentación es realmente viable para la Compañía.

Cuadro 59. Flujo de Efectivo Recuperación de la Inversión para el Agua Desmineralizada.

ONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujos Positivos		\$53.232.342	\$53.232.342	\$53.232.342	\$53.232.342	\$53.232.342
Recuperación de la inversión		\$53.232.342	\$53.232.342	\$53.232.342	\$53.232.342	\$53.232.342
Flujos negativos	-29.888.590					
Inversión	-29.888.590	\$53.232.342	\$53.232.342	\$53.232.342	\$53.232.342	\$53.232.342

Fuente: La Autora

Teniendo en cuenta el cuadro anterior, se calcularán los indicadores de rentabilidad de la inversión, la tasa de oportunidad del mercado se establece de acuerdo al cuadro

Cuadro 60. Indicadores de Rentabilidad.

INDICADOR	RESULTADO
VPN	97.365.387,17
TIR	177%
RBC	5
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	8 meses

Fuente: La Autora

6.4.3.1.1.2 Medidor de Agua Suavizada. De igual forma que para el agua desmineralizada se presentan los cálculos realizados para evaluar la tecnología seleccionada para la planta de tratamiento de agua desmineralizada, esta corresponde al medidor de flujo tipo electromagnético.

Cuadro 61. Tratamiento de Agua Suavizada año 2003.

MES	AGUA SUAVIZADA MEGA-GALONES	
	UREA	SOLUCION 65
ENERO	262	17
FEBRERO	81	8
MARZO	69	14
ABRIL	51	6
MAYO	24	6
JUNIO	34	6
JULIO	25	6
AGOSTO	76	6
SEPTIEMBRE	44	6
OCTUBRE	32	6
NOVIEMBRE	7,33	2,4
DICIEMBRE	0	3,7

FUENTE: La Autora

Cuadro 62. Error de Medición utilizando la Tecnología Propuesta

MES	AGUA SUAVIZADA MEDIDOR TIPO ELECTROMAGNETICO (0.25%)	
	UREA	SOLUCION 65
ENERO	4,395	2,9075
FEBRERO	3,945	2,3325
MARZO	3,8275	2,1525
ABRIL	4,1375	2,5825
MAYO	4,425	2,66
JUNIO	4,5175	2,6
JULIO	3,7475	2,0725
AGOSTO	4,495	2,785
SEPTIEMBRE	3,7825	2,065
OCTUBRE	4,175	2,7225
NOVIEMBRE	4,0875	2,8025
DICIEMBRE	0,30075	1,8494

FUENTE: La Autora

Cuadro 63. Costo Mensual por Error de Medición Medidor Electromagnético

MES	AGUA SUAVIZADA	
	PLATINA DE ORIFICIO \$	MEDIDOR ELECTROMAGNETICO %
ENERO	15924929,4	124621,61
FEBRERO	5079995,4	38528,06
MARZO	4737523,8	32820,20
ABRIL	3253480,2	24258,41
MAYO	1712358	11415,72
JUNIO	2283144	16172,27
JULIO	1769436,6	11891,38
AGOSTO	4680445,2	36149,78
SEPTIEMBRE	2853930	20928,82
OCTUBRE	2168986,8	15220,96
NOVIEMBRE	555374,778	3486,55
DICIEMBRE	211190,82	0,00

COSTO ANUAL	45230795	335493,74
--------------------	----------	-----------

Tabla 64. Ahorro Anual Nueva Tecnología

AHORRO	
CON PLATINA DE ORIFICIO	45230795
TECNOLOGIA ELECTROMAGNETICO	335493,74
AHORRO ANUAL	\$4.187.585,76

FUENTE: La Autora

Cuadro 65. Costo de la Instrumentación a Instalar en la Planta de Tratamiento de Agua

CANTIDAD	MATERIAL	COSTO UNITARIO	VALOR
1	Medidor de Flujo Electromagnético	\$3.888.784	\$3.888.784
50 metros	Cable	\$10.000	\$500.000
10 metros	Tubería Galvanizada	\$30.000	\$300.000
TOTAL PESOS			\$4.688.784

FUENTE: La Autora

Cuadro 66. Costo de la Mano de Obra Para la Instalación de los Medidores de Flujo de Agua

TIPO DE TRABAJADOR	NUMERO²⁵ DEHORAS	VALOR HORA	COSTO TOTAL
METALISTERIA	24		\$156.972
1 TUBERO		\$3270,25	\$78.486
1 SOLDADOR		\$3270,25	\$78.486
ELECTRICO	8		\$26.162
ELECTRICISTA		\$3270,25	\$26.162
INSTRUMENTOS	40		\$381.975
1 AYUDANTE		\$3183,125	\$127.325
1 INSTRUMENTISTA		\$3183,125	\$127.325
1 ELECTRONICO		\$3270,25	\$127.325
COSTO DE LA MANO DE OBRA			\$565.109

FUENTE: La Autora

²⁵ Para el número de horas se tienen en cuenta solamente los días hábiles y en horario pito a pito.

Cuadro 67. Costo Total de la Inversión Para la Instalación del Medidor de Agua Suavizada

TOTAL	VALOR
Total instrumentación	\$4.688.784
Total Mano de Obra	\$565.109
Contratos	\$500.000
Contingencias	\$1.500.000
TOTAL INVERSIÓN	\$7253893

FUENTE: La Autora

Cuadro 68 Flujo de Efectivo Recuperación de la Inversión para el Agua Suavizada.

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Flujos Positivos		4187585,76	4187585,76	4187585,76	4187585,76	4187585,76
Recuperación de la inversión		4187585,76	4187585,76	4187585,76	4187585,76	4187585,76
Flujos negativos	-7253893					
Inversión	-7253893	4187585,76	4187585,76	4187585,76	4187585,76	4187585,76

Fuente: La Autora

Teniendo en cuenta el cuadro anterior, se calcularán los indicadores de rentabilidad de la inversión, la tasa de oportunidad del mercado se establece de acuerdo al cuadro

Cuadro 69. Indicadores de Rentabilidad.

INDICADOR	RESULTADO
VPN	3.670.209,57
TIR	50%
RBC	1.62
RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	29 meses

7 ESTUDIO DEL SISTEMA DE COSTOS

En este capítulo se describen de manera general las características más importantes de los sistemas de costos con el propósito de que el lector comprenda la importancia de estos en la organización y conozca el modelo que actualmente utiliza la Compañía para el cálculo del costo de producción unitario.

Para el conocimiento del sistema actual de costos, se contó con el apoyo del Gerente General de la empresa, quien a su vez es la persona más interesada en el desarrollo de este proyecto. Asimismo se contó con la colaboración del área financiera y de contabilidad.

Es de gran importancia el interés que existe en el nivel directivo de la empresa para dar los primeros pasos en la construcción de un sistema de costeo que se adapte a las necesidades y características de la Empresa.

7.1 SISTEMA ACTUAL DE COSTOS

Con relación a la contabilidad y a la preparación de sus estados financieros la Compañía aplica las normas de contabilidad generalmente aceptadas en Colombia, establecidas en el Decreto 2649 de Diciembre/93.

La empresa cuenta con un sistema de costos por proceso cuya base es predeterminada y su funcionamiento es mediante el costeo variable²⁶ para efectos de determinar el costo de producción unitario y por ende el costo de las unidades vendidas, como también el costo de los inventarios de productos en proceso y de productos terminados.

De otra parte en la contabilidad se registra las operaciones que por concepto de compra de materias primas, pago de mano de obra y los cargos fabriles en que incurre la empresa a través de los siguientes documentos y/o soportes: facturas de

²⁶ Para efectos fiscales la empresa utiliza el método de Costeo por Absorción o Total, pero para el análisis de los costos y toma de decisiones administrativas hace uso del Costeo Variable o Total.

compraventa de bienes y servicios, cuentas de cobro, comprobantes de egreso, ordenes de compra, reporte de material recibido, consumo de materiales e insumos que reportan las diferentes plantas al Departamento de Contabilidad.

La información de costos es manejada a través de una Base de Datos (Hoja de Cálculo en Excel), donde se registran mensualmente los datos correspondientes a la producción y consumo de las diferentes plantas. En ella se encuentran relacionados cada uno de los productos y servicios industriales generados en la compañía.²⁷

Figura 11. Base de Datos para el Registro de los Costos de Producción

PRODUCTO	CONSUMO	ACUMULADO ANTERIOR	ACUMULADO NUEVO	FACTOR	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
ENERGIA ELECTRICA						
Gas. combust.	89043.0	171066.00	260109.00	0.03452	3640.91	125.67
Agua ind.	880.0	1560.05	2.440.05	0.00032	433.55	0.14
Agua demineraliz.	0.0	0.00	0.00	0.00000	3.795.80	0.00
TOTAL \$		172.626.05	262.549.05	0.0348	7.870.25	125.81
Producción mes	2.850.054,00					
Acumulado	4.885.687,00	7.535.741,00				
PLANTA DE AMONIACO						
Gas Materia Prima	37.487,00	88.208,00	125.695,00	43,5582	2.125,88	92.590,67
Masoctolamias	55,00	110,00	165,00	0,0572	9.132,73	465,02
Agua dem.	1.297,00	2.693,00	3.989,00	1,3810	3.795,80	5.243,15
Agua enfriante.	1.411,80	2.569,79	3.981,59	1,3798	433,55	538,20
Lubrificantes	330,00	411,00	741,00	0,2568	10.460,67	2.686,15
Mao Obra Directa y CIF						0,00
Energía eléct.	1.137.208,00		1.137.208,00	394,0867	125,81	49.581,01
TOTAL \$	1.177.798,90	93.987,79	1.271.776,59	440,72	25.074,24	151.164,20
Producción mes	966,16					
Acumulado	1.919,52	2.885,68				
PLANTA DE ACIDO NITRICO						
UREA SECCION CONCENTRACION						

Fuente: Departamento de Contabilidad

²⁷ La empresa sólo cuantifica por concepto de servicios industriales la energía eléctrica y el agua industrial.

7.1.1 Flujo de Información. Las áreas de producción e ingeniería son las encargadas de recopilar información para el control de la producción e inventario de productos.

La Dirección de Ingeniería recoge la información de producción y consumo de las planillas y libros de reportes que se diligencian en las diferentes plantas para efectuar el análisis de las variaciones y de los procesos.

La Dirección de Producción elabora el informe de producción y consumo a partir de la información recibida de la Dirección de Ingeniería, el cual es entregado mensualmente al Departamento de Contabilidad.

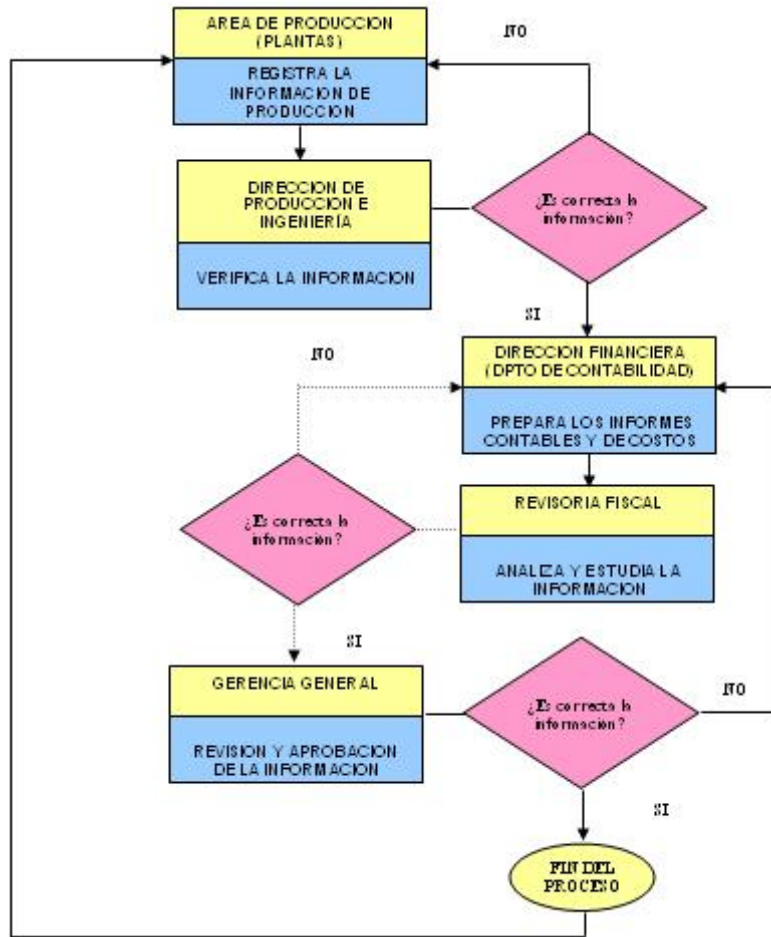
El Departamento de Contabilidad organiza la información que recibe de las diferentes secciones y realiza los respectivos asientos, contabilizando la información de producción y consumo, que se utiliza para el diseño del reporte mensual de los costos variables de producción en el que sólo son incluidos los materiales.

Los Auxiliares Contables preparan la información, la cual es revisada por el contador de la empresa.

El Contador corrige y realiza los ajustes necesarios, procesa la información y elabora los informes respectivos para su revisión y aprobación por parte de la Gerencia General.

La Empresa cuenta con un revisor fiscal, quien mensualmente revisa y presenta un informe con sus observaciones y recomendaciones a la administración (Gerencia General y Junta Directiva).

Figura 12. Diagrama de Flujo de Información de Costos y Contable



Fuente: La Autora

7.1.2 Elementos del Costo en las Plantas. Para la obtención de una serie de productos se necesita del proceso productivo, que se caracteriza principalmente por una larga cadena de actividades, cuya orientación final es precisamente elaborar los productos.

En este proceso productivo se identifican tres elementos fundamentales del costo (materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación), los cuales constituyen el costo de producción.

7.1.2.1 Costo de los Materiales. Los materiales usados en la producción en el sistema de costos por procesos la distinción entre los materiales directos e indirectos se puede obviar, ya que se centra el interés en determinar con claridad el proceso para el cual se destinan los materiales que salen de almacenamiento, y cargarlos a éste en forma apropiada. De esta forma, en el sistema de costos por procesos el primer elemento fundamental del costo de producción se denomina simplemente "MATERIALES", concepto que incluye tanto los directos como los indirectos usados en la producción. La requisición de materiales deberá indicar el proceso para el cual es despachado (solicitud atendida). El total de los materiales usados en un proceso será la suma de las cantidades registradas en las requisiciones con tal proceso identificados.

Los materiales son solicitados por los departamentos o centros de responsabilidad al área de almacenamiento, con base en un uso estimado para un determinado espacio de tiempo y no para una orden específica. Asimismo, la compañía lleva un estricto control de los materiales, para evitar desperdicios y mantener un nivel óptimo de inventario.

En la empresa el Departamento de Materiales y Compras se encarga de realizar las compras, mantener el inventario de suministros y repuestos, además de despachar los materiales a los diferentes centros de costo.

7.1.2.1.1 Flujo de Materiales. Se entiende por flujo de materiales, la secuencia o conjunto de pasos que se sigue desde el momento en que se origina la necesidad en un centro de costo, hasta el punto en que los materiales requeridos llegan a éste, provenientes del almacén.

7.1.2.1.1.1 Requisición de Materiales. El centro de costo elabora una solicitud de materiales al almacén mediante el diligenciamiento y envío del formato de “Solicitud para Compra de Materiales”, el cual se diligencia en forma escrita. Una vez recibido, el Departamento de Materiales y Compras verifica la existencia del material requerido, y de haber disponibilidad, despacha los materiales al centro solicitante, operación que es soportada a través del formato “Vale de Salida”. Si por el contrario, no hay existencias, el almacén hace la correspondiente solicitud de compra claramente en el formato pertinente, indicando las especificaciones del material requerido.

Figura 13. Formato de Solicitud de Materiales hasta dos S.M.M.L.V

 <p>FERTILIZANTES COLOMBIANOS, S.A. BARRANCABERMEJA</p> <p>SOLICITUD DE MATERIAL</p>	
<p>Dependencia: _____</p> <p>Fecha Preparada: _____</p>	
CANTIDAD	DETALLE
<p>Explicación del material solicitado: _____</p>	
<p>_____</p> <p>PERSONA QUE SOLICITA</p>	<p>_____</p> <p>PERSONA QUE AUTORIZA</p>

Fuente: Departamento de Materiales y Compras

Figura 15. Formato de Orden de Compras

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. BARRANCABERMEJA NIT 860.014.760-0 TEL: 6102976 TELEFAX 6102976-6216515							ORDEN DE COMPRAS
PROVEEDOR			NIT:			L-	
DIRECCIÓN			TEL:				
CIUDAD			CARGO:			FECHA:	
FAX:							
FAVOR ENVIAR A							
VIA:							
REN	CANTIDAD	UND	CODIGO	DESCRIPCIÓN	V/R UNIT	V/R TOTAL	
						SUBTOTAL	
						IVA	
						VALOR TOTAL	
PREPARADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:	
NOTA: PARA EL PAGO DE ESTA CUENTA, ENVIE ORIGINAL Y DOS COPIAS DE LA FACTURA A: FERTICOL MATERIALES							

Fuente: Departamento de Materiales y Compras

7.1.2.1.1.3 Administración del Inventario. El Departamento de Materiales y de Compras se encarga de administrar y controlar el inventario que incluye materias primas e insumos para la fabricación de los productos, equipos y maquinaria de respaldo, material para el funcionamiento de las plantas y las herramientas de trabajo y mantenimiento de equipos.

La empresa utiliza el método de inventario permanente, cuando compra materiales de producción su asiento contable es debitar la cuenta compra de inventario de materiales y acreditar proveedores, función que realiza el Departamento de Contabilidad. Al mismo tiempo el Departamento de Materiales da entrada a esta compra de materiales a través del Sistema de Información Zue XP.

A continuación se mencionan los procesos que se llevan a cabo dentro de la administración de inventarios.

1. Recepción de Materiales: Consiste en recepcionar e inspeccionar la mercancía que ingresa a la empresa, verificando su calidad y confrontando la cantidad solicitada (con base en la información registrada en la orden de compra) con la recibida.

2. Registro de entradas al almacén: El Auxiliar del Almacén elabora el Reporte de Material Recibido consignando la información según formato adjunto.

Figura 16. Formato Reporte de Material Recibido

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. BARRANCABERMEJA				REPORTE DE MATERIALES RECIBIDOS			
PROVEEDOR		NIT:		L:			
FAX:		CARGO:		FECHA:			
REN	CANTIDAD	UND	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTREC.	VR UNIT	VR TOTAL
						VALOR TOTAL	
Fecha de Llegada:		Fecha Reportado:		Recibido Por:		Peso Total:	
Bultos						No de	
Observaciones:						Chequeado por:	
						Aprobado por:	

Fuente: Departamento de Materiales y Compras

La administración de este archivo se encuentra a cargo de la secretaria y del Auxiliar I.

3. Salidas del Almacén. Para retirar materiales con destino a la producción es necesario presentar un documento que ampare la transacción contable. Con la aprobación del Jefe de Materiales y Compras se tramita en el almacén el formato de Solicitud de Salida de Materiales (Vale de Salida), el cual es un documento donde se especifica la siguiente información:

Figura 17. Formato Vale de Salida

FERTILIZANTES COLOMBIANOS, S.A.		BARRA NCABERMEJA		SALIDA DE MATERIAL			
DESTINO		FECHA		SALIDA			
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA	CODIGO DEL MATERIAL		CARGO	CANTIDAD ENTREGADA
DESPACHADO POR: REG:	RECIBIDO POR: REG:	AUTORIZADO POR:			PROCESADO POR:		

Fuente: Departamento de Materiales y Compras

El Jefe del Departamento procesa el pedido comprueba que las cantidades solicitadas sean entregadas. Una vez entregados los materiales el Auxiliar I (funcionario del Departamento de Materiales) procede a suministrar la información contenida en las copias de los Vales de Salida al Módulo de Inventarios.

Figura 18. Sistema Integrado Zue XP, Módulo de Inventarios



Fuente: Departamento de Sistemas

Digitados los datos el programa automáticamente determina el costo de los materiales solicitados. Al final del mes se procede a imprimir un comprobante de consumo de materiales, el cual es registrado por el Departamento de Contabilidad a través de su respectivo Módulo información que se encuentra en red con el Departamento de Materiales. Asimismo, la Dirección de Producción y la Dirección Comercial reportan los informes de producción, consumo y ventas.

4. Revisión de Inventarios: Consiste en verificar que las cantidades físicas concuerden con las cantidades registradas en los listados de inventarios.

El Jefe de Materiales o el auxiliar periódicamente confrontan la existencia de materias primas, herramientas, maquinas y equipos, revisando en forma manual las tarjetas Kardex con las referencias de los registros de inventarios.

La referencia de registros de inventarios se actualiza en cada revisión o entrada de elementos al mismo, este documento presenta el siguiente formato:

Figura 19. Formato de Informe de Inventarios

Fertilizantes Colombianos S.A.							Pág. X de Y		
Fecha de Proceso							Fecha y Hora		
Periodo							Responsable		
TABLA DE REFERENCIAS									
Código	Tipo Mów.	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad Existencia	Fecha de Creación	Fecha Ultima Entrada	Fecha Ultima Salida	Costo Promedio	Total
...

Fuente: Departamento de Materiales y Compras

Las diferencias de los inventarios son comunicadas al Jefe de Materiales, el cual hará la conciliación de los materiales sobrantes ó faltantes presentando su respectivo informe. Con base a los informes de inventarios se calculan los consumos mensuales, los cuales son importantes para el control de la producción.

7.1.2.1.2 Contabilización de los Materiales. Para determinar el costo de los materiales se digitan los datos que están contenidos en los informes de producción, consumo y ventas, en la base de datos (hoja de cálculo en Excel) que maneja el Departamento de Contabilidad, en la cual se encuentra relacionado el costo unitario estimado de los materiales para cada producto. Al final del mes, el resultado obtenido es comparado con el costo real de producción el cual está registrado en la contabilidad, dando como resultado una variación que finalmente se ajusta como un

operacionales en las distintas unidades productivas de la empresa incluyendo las plantas de Arcilla y de Tratamiento de Aguas, a causa del corto tiempo para la capacitación y entrenamiento de los nuevos operarios. Esto ha ocasionado fallas en la operación de los equipos que se reflejan en pérdidas económicas para la Compañía.

En la empresa los trabajadores se encuentran directamente vinculados mediante contratos a término indefinido. Ocasionalmente se contratan algunos empleados temporales para labores específicas (Jardinería, Reforestación, entre otros). También adelantan labores practicantes del SENA y Estudiantes Universitarios en Práctica Industrial de acuerdo a los convenios establecidos con Universidades de la región (UIS, INUPAZ, UPB) los cuales se asignan a diferentes áreas. La promoción de vacantes se hace preferiblemente con recurso interno a través de ascensos o concursos. Asimismo, existe una convención colectiva donde se establecen los diferentes beneficios a que tienen derechos los trabajadores.

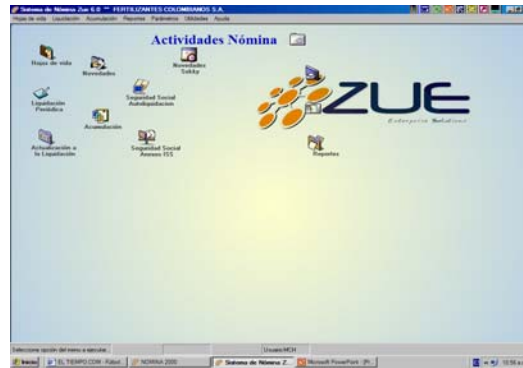
Los trabajadores se encuentran adscritos al proceso (planta) para la cual laboran, por tanto es fácil determinar la cuantía que debe cancelar la empresa por concepto de mano de obra.

7.1.2.2.2 Contabilización de la Mano de Obra. Para la contabilización del costo de la mano de obra, la empresa cuenta con el área de nómina, la cual es responsable del cómputo de la cantidad de pago bruto y neto para cada trabajador y del cálculo de las deducciones y transferencias establecidas por ley, así como las pactadas por mutuo acuerdo entre el empleador y empleados (tales como, aportes sindicales, adelantos de salario, deducciones por préstamos, bonificaciones, etc.). De igual forma el área de nómina es responsable de efectuar los pagos a los trabajadores y mantener registros de ingresos laborales y en general de toda la información requerida para cumplir con las normas de contabilidad, el Código Sustantivo del Trabajo y con las regulaciones de impuestos.

La empresa cuenta con un módulo habilitado en el sistema de información integrado Zue XP, el cual permite determinar el valor total a pagar a cada trabajador. La información es suministrada por el personal de nómina, quienes quincenalmente alimentan el sistema a partir de los datos entregados por los Jefes de las Plantas y por el Área de Recursos Humanos, dando como resultado la nómina mensual que

es suministrada al Departamento de Contabilidad a través de la red. En dichos registros contables la nómina se registra por centros de costos, indicando a su vez la mano de obra Directa e Indirecta, con el propósito de llevar las cuentas de control de los costos indirectos de fabricación por dicho concepto, de la misma forma que para los materiales.

Figura 21. Sistema Integrado Zue XP, Módulo de Nómina



Fuente: Departamento de Sistemas

Este segundo elemento del costo que debería formar parte del costo de cada uno de los productos que fabrica la empresa no se incorpora en la base de datos para formar parte del costo de producción.

7.1.2.3 Costos Indirectos de Fabricación. Constituye el tercer elemento fundamental del costo de producción, y a diferencia del sistema de costos por órdenes de producción no incluye los conceptos de mano de obra indirecta ni de materiales indirectos, por las razones anteriormente citadas.

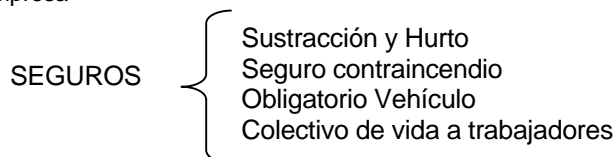
En el sistema de costos por proceso, Costos Indirectos de Fabricación (CIF), incluyen además de los costos necesarios para el desarrollo del proceso productivo que no pueden identificarse directamente con el producto o con un determinado proceso, el costo de los Departamentos de Servicios, es decir aquellos que apoyan la labor de producción (procesos) utilizando para su distribución la Metodología de Departamentalización.²⁹

²⁹ La Departamentalización es el proceso requerido, cuando se requieren para la fabricación de un producto varias operaciones distintas y la intervención de diversos departamentos., haciéndose recomendable esta metodología para efectos del control y precisión en la determinación del costo total de producción.

Para determinar las cuentas que componen este ítem se utilizó la información de los costos de producción registrada en el sistema contable de la empresa, de acuerdo a esto se identificaron los siguientes costos indirectos de fabricación:

1. SEGUROS: Se requieren para la protección en caso de siniestro, hurto, incendio, entre otros que puedan afectar la vida de los trabajadores y de los equipos e instalaciones de la empresa.

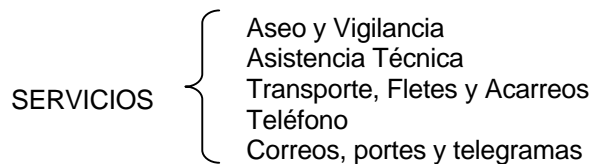
Figura 22. Seguros de la Empresa



Fuente: Departamento de Contabilidad

2. SERVICIOS: Hace referencia al costo que incurre la empresa por el conjunto de actividades económicas que se caracterizan por no implicar una producción física de bienes.

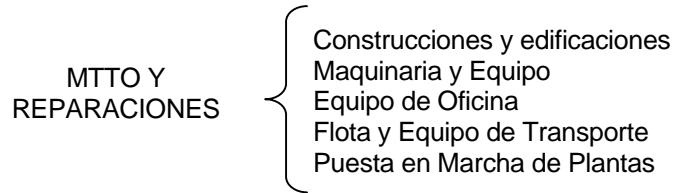
Figura 23. Gama de Servicios utilizados por la Empresa



Fuente: Departamento de Contabilidad

3. MANTENIMIENTO Y REPARACIONES: Se requiere para garantizar el normal funcionamiento de los equipos instalados en las plantas y en las diferentes dependencias. En la actualidad a causa de las condiciones operacionales de la Compañía y a la escasez de personal, el área de mantenimiento se ha visto avocada a realizar únicamente mantenimiento correctivo para evitar la parálisis de las unidades productivas.

Figura 24. Mantenimiento realizado por la Compañía



Fuente: Departamento de Contabilidad

4. ADECUACION E INSTALACION: Hace referencia a los desembolsos que realiza la Compañía con el propósito de mantener en óptimas condiciones las instalaciones locativas.

Figura 25. Elementos que Componen el Costo de Adecuación e Instalación



Fuente: Departamento de Contabilidad

5. GASTOS DE VIAJE: Hace referencia a los pagos que realiza la empresa cuando un trabajador requiere desplazarse a otra ciudad por motivos laborales.

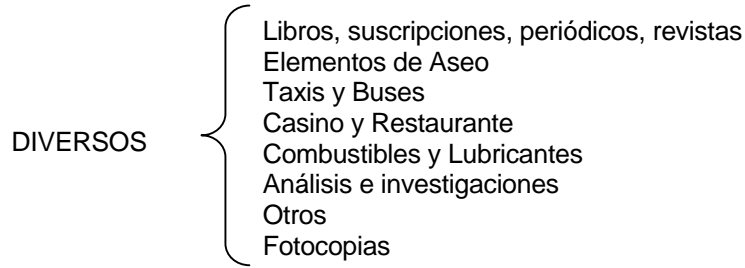
Figura 26. Ítems que Componen los Gastos de Viaje



Fuente: Departamento de Contabilidad

6. DIVERSOS: Están representados por aquellos desembolsos que realiza la Compañía destinados a cubrir todos los requerimientos propios del desarrollo productivo, diferente a materiales y a la mano de obra, los cuales son indispensables para poder producir y asegurar la buena marcha de los procesos.

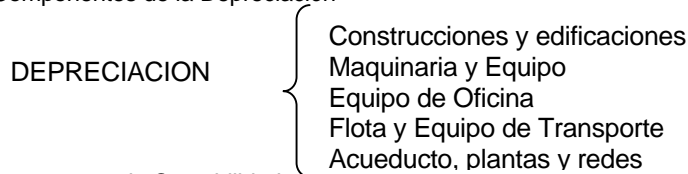
Figura 27. Ítems que Componen los Costos Diversos



Fuente: Departamento de Contabilidad

7. DEPRECIACIÓN: Representa el valor que sufre la propiedad, planta y equipo como consecuencia de su uso, obsolescencia o desgaste.

Figura 28. Componentes de la Depreciación



Fuente: Departamento de Contabilidad

8. IMPUESTO: Corresponde a la contribución obligatoria a favor del Estado que tiene que realizar la Compañía, de conformidad con las normas legales vigentes.

Figura 29. Impuestos que paga la Empresa



Fuente: Departamento de Contabilidad

9. ARRENDAMIENTO: Hace referencia a los contratos que realiza por alquiler la empresa en virtud del cual el arrendador cede a cambio de un precio, la utilización de un bien mueble o inmueble, con el propósito de realizar una obra o prestar un servicio.

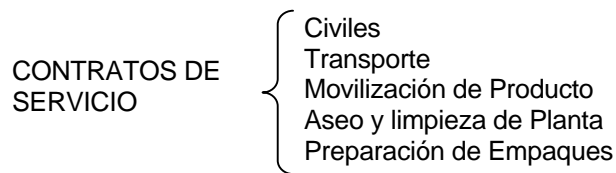
Figura 30. Costo por Arrendamiento



Fuente: Departamento de Contabilidad

10. CONTRATOS DE SERVICIOS: Hace referencia a la relación de carácter obligatoria entre la Compañía y un contratista, teniendo como objetivo la prestación o concesión de un servicio, o la realización de una obra o suministro.

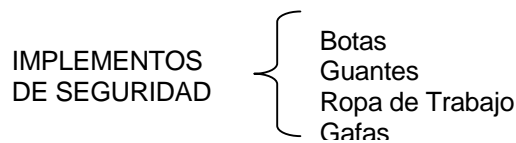
Figura 31. Contratos Realizados por la Compañía



Fuente: Departamento de Contabilidad

11. ELEMENTOS DE SEGURIDAD: De acuerdo a las características de los procesos desarrollados por la Compañía, se hace necesario que los operarios utilicen implementos de seguridad, con el propósito de garantizar su bienestar y seguridad mientras ejecutan sus actividades.

Figura 32. Contratos Realizados por la Compañía



Fuente: Departamento de Contabilidad

12. COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y AUTOMOTORES: Se requieren para la lubricación y funcionamiento del parque automotor.

13. PIEZAS PARTES Y SUMINISTROS: Son aquellos materiales que aunque no son necesarios para producir, se requieren en el área de producción para el desarrollo de labores administrativas, oficios varios, entre otros.

14. MATERIALES Y ACCESORIOS: Corresponden a todos aquellos materiales que se requieren para garantizar la continuidad de los procesos.

15. PIEZAS, PARTES Y SUMINISTROS Y AUTOMOTORES: Son aquellos materiales que no son necesarios para producir, se requieren en el área de producción para garantizar el transporte del personal y la maquinaria.

16. HERRAMIENTAS: Son todos aquellos instrumentos o accesorios de uso manual o mecánico empleado en ingeniería, producción, mantenimiento, entre otras actividades.

Para establecer los Costos Indirectos de Fabricación (CIF), se utiliza la base de datos, esta incorpora los materiales directos e indirectos, quedando sin incluir la mano de obra y los costos indirectos de fabricación. Asimismo, su distribución se hace de manera proporcional a la participación de cada planta, debido a que el nivel de diversificación de los productos fabricados por la compañía es considerable (varios procesos).

7.1.3 Costo de producción. Finalmente en el sistema de contabilidad se ve reflejado el costo de producción con los tres elementos (materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación), estos valores se integran para determinar el costo de ventas que forma parte del estado de resultados.

7.1.4 Comprobantes de Contabilidad. Como resultado de la Base de Datos se obtienen los Comprobantes de contabilidad, los cuales hacen referencia a la Producción de los diferentes abonos nitrogenados y servicios industriales. Asimismo están los consumos que se dieron en cada una de las plantas, como también el costo de las unidades vendidas.

7.2 SISTEMA DE COSTOS PLANTA DE ARCILLA.

A continuación se muestra el formato de la hoja de cálculo, utilizado para la determinación del costo de producción, en este caso se identifican los materiales que se requieren en la planta.

Figura 33. Hoja de Costos para la Arcilla Marzo de 2004

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD		CONTROL DE PRODUCCIÓN			Estructura de Costos	
Mes: Marzo-04						
PLANTA DE ARCILLA						
PRODUCTO	Consumo Producción	Acumulado Anterior	Nuevo Acumulado	Factor	Costo Unitario	Costo* Total
Arcilla, TM	433,63	378,51		0,0	1,00	0,00
Energía Eléctrica, KW	20.300,00	15.624,00	35.924,00	44,2338	129,89	5.745,58
Lubricantes, Gal	14,00	13,00	27,00	0,0332	10.460,67	347,77
Producción Mes, TM	433,63	Prod. Acum. Ant.	378,51	P. Acum. Nueva	812,14	6.093,35
Costo Unitario				\$6.093,35		

Fuente: Departamento de Contabilidad

*El costo total de la materia prima es de cero pesos, debido a que la empresa no compra la tierra, sino que toma de la naturaleza este recurso de sus propios predios.

7.2.1 Materiales. Para identificar los materiales requeridos en esta planta se realizaron visitas y entrevistas a los operarios, asimismo se investigó en los registros contables y manuales de la planta. En este caso se incluyen todos los materiales tanto los directos como los indirectos; por ser un modelo de costos por procesos. De acuerdo a esto se encontraron los siguientes materiales:

TIERRA: Es la que se requiere para la obtención de la arcilla, se recoge de las minas ubicadas en los predios de la empresa y se transporta en volquetas a la bodega de almacenamiento contigua a la planta para luego procesarla.

GAS INDUSTRIAL: Se requiere para el funcionamiento del horno instalado en la Planta de Arcilla.

ENERGÍA ELÉCTRICA: Se requiere para el normal funcionamiento de los equipos de la planta y para la iluminación.

LUBRICANTES: Los lubricantes se requieren para reducir el rozamiento entre las partes móviles de los diferentes equipos instalados en las plantas.

7.2.2 Mano de Obra. Los operadores de la planta trabajan dos turnos de lunes a domingo, en el horario de 6:A.M a 2 P.M. y de 2 P.M. a 10 P.M.; en algunos casos por necesidad de la Empresa se trabaja de 10 P.M a 6 A.M., en cada turno labora un operario. Durante su jornada laboral los operadores realizan las labores correspondientes al manejo, revisión y cuidado de los equipos instalados en la planta.

El personal de la planta es inspeccionado por el supervisor de turno y este a su vez se remite al Jefe de plantas II, quien es el encargado de responder ante el Director de Producción por las anomalías que se presenten en su sección.

7.2.3 Costos Indirectos De Fabricación. Para establecer los costos indirectos de fabricación que inciden en la planta de Arcilla, se analizó la información recopilada en el Departamento de Contabilidad, y se tomaron sólo los ítem que tuvieron moviendo contable durante el año 2004.

Cuadro 70. Costos Indirectos de Fabricación por Seguros

SEGUROS	
SUBCUENTA	VALOR
Sustracción y Hurto	\$1.764.892,00
Colectivo de Vida	\$349.591
De Manejo	\$271.020
TOTAL	\$2.385.503

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 71. Costos Indirectos de Fabricación por Servicios

SERVICIOS	
SUBCUENTA	VALOR
Aseo y Vigilancia	\$637.216
Asistencia Técnica	\$592.455
Transporte, Fletes y Acarreos	\$4.892.000
TOTAL	\$6.121.671

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 72. Costos Indirectos de Fabricación por Diversos

DIVERSOS	
SUBCUENTA	VALOR
Elementos de Aseo	\$10.612,14
Útiles, papelería y fotocopia	\$8572,04
Taxis y Buses	\$247.006,00
Casino y Restaurante	\$1.691.584,00
TOTAL	\$1.957.774,18

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 73. Costos Indirectos de Fabricación por Mantenimiento y Reparaciones

MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	
SUBCUENTA	VALOR
Construcciones y Edificaciones	\$11.189.200
Maquinaria y Equipo	\$1.254.702
Puesta en Marcha de Plantas	\$8.723.668,25
TOTAL	\$21.167.570,25

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 74. Costos Indirectos de Fabricación por Impuestos

IMPUESTOS	
SUBCUENTA	VALOR
A la propiedad raíz	\$1.330.792,3
TOTAL	\$1.330.792,3

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 75. **Costos Indirectos de Fabricación por Depreciación**

DEPRECIACION	
SUBCUENTA	VALOR
Maquinaria y Equipo	\$11.507.729,00
TOTAL	\$11.507.729,00

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 76. **Costos Indirectos de Fabricación por Contratos de Servicios**

CONTRATOS DE SERVICIOS	
SUBCUENTA	VALOR
Civiles	\$7.312.325
Aseo y Limpieza de Plantas	\$4.929.560
TOTAL	\$12.241.885

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 77. **Otros Costos Indirectos de Fabricación**

OTROS	
SUBCUENTA	VALOR
Piezas, partes y suministros	\$5.376.572,39
Combustibles, Lubricantes y Automotores	\$24.749,61
Herramientas	\$166.523,10
Elementos de Seguridad	\$55.622,23
Materiales y Accesorios	\$37.850.439,47

Fuente: Departamento de Contabilidad

7.3 SISTEMA DE COSTOS EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS

El Departamento de Contabilidad solo cuantifica el costo de producción del tratamiento del agua industrial (clarificada, desmineralizada y suavizada)³⁰

a. Sección 101: Planta de Clarificación y Potabilización

A continuación se presenta la hoja de costos utilizada para el cálculo del costo de producción unitario del agua clarificada.

³⁰ El costo total de la materia prima no se cuantifica, debido a que la empresa no compra el agua de pozo ni de la ciénaga, sino que toma de la naturaleza este recurso.

Figura 34. Hoja de Costos del Agua Clarificada Marzo de 2004

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD		CONTROL DE PRODUCCIÓN			Estructura de Costos	
					Mes: Marzo-04	
AGUA CLARIFICADA (Sección101)						
PRODUCTO	Consumo Producción	Acumulado Anterior	Nuevo Acumulado	Factor	Costo Unitario	Costo Total
Sulfato Aluminio, Kg	500,0	800,0	1.300,00	0,1220	370,00	45,15
Soda Cáustica, Kg	0,0	60,0	60,00	0,0056	305,00	1,72
Nalco 9587, Kg	0,0	0,0	0,00	0,0000	2.074,00	0,00
Nalco 8181, Kg	0,0	0,0	0,00	0,0000	8.549,00	0,00
Klaraid, Kg	330,0	410,0	740,00	0,0695	5.022,80	348,91
Polyfloc, Kg	4,0	15,0	19,00	0,0018	17.664,50	31,51
Cloro Gaseoso, Lb	0,0	0,0	0,00	0,0000	1,00	0,00
Energía Eléctrica, KW	12.000,0	12.000,0	24.000,00	2,2529	99,13	223,33
Agua Clarificada, KGal	5.647,2	5.005,8	10.652,93	1,0000	49,00	49,00
Producción Mes, Kgal	5.647,16	Prod. Acum. Ant.	5.005,77	P. acum. Nueva	10.652,93	699,61
Costo Unitario			\$699,61			

Fuente: Departamento de Contabilidad

b. Sección 103: Planta de Desmineralización y Suavización

A continuación se presenta la hoja de costos utilizada para el cálculo del costo de producción unitario del desmineralizada y suavizada.

Figura 35. Hoja de Costos del Agua Desmineralizada Marzo de 2004

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD		CONTROL DE PRODUCCIÓN			Estructura de Costos	
					Mes: Marzo-04	
AGUA DESMINERALIZADA (Sección103)						
PRODUCTO	Consumo Producción	Acumulado Anterior	Nuevo Acumulado	Factor	Costo Unitario	Costo Total
Agua clarificada, KGal	0,0	2.141,9	2.141,9	0,5	0,00	0,0
Soda Cáustica, Lb	2.938,0	2.486,0	5.424,0	1,1838	305,0	361,0
Ácido Sulfúrico, Lb	6.000,0	5.500,0	11.500,0	2,5098	326,0	818,2
Lubricantes, Gal	0,0	1,0	1,0	0,0002	11.204,0	2,4
Energía Eléctrica, Kw.	38.300,0	39.500,0	77.800	16,9795	99,13	1.683,2
Producción Mes, Kgal	2.440,10	Prod. Acum. Ant.	2.141,90	P. Acum. Nueva	4582,00	2.864,9
Costo Operacional			\$6.990.571,24			

Fuente: Departamento de Contabilidad

Figura 36. Hoja de Costos del Agua Suavizada Marzo de 2004

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD		CONTROL DE PRODUCCIÓN			Estructura de Costos	
					Mes: Marzo-04	
AGUA SUAIVIZADA (Sección103)						
PRODUCTO	Consumo Producción	Acumulado Anterior	Nuevo Acumulado	Factor	Costo Unitario	Costo Total
Agua clarificada, KGal	0,0	6,0	6,0	0,26	0,00	0,0
Cloruro Sodio, Lb	0,0	0,0	0,0	0,00	187,5	0,0
Energía Eléctrica, KW	10.000,0	6.000,0	16.000,0	700,22	99,13	69.412,7
Producción Mes, Kgal	16,85	Prod. Acum. Ant.	6,00	P. Acum. Nueva	22,85	69.412,7
Costo Unitario			\$69.412,7			

Fuente: Departamento de Contabilidad

7.3.1 Materiales. El agua es la única materia prima que se requiere en las plantas de tratamiento, esta se capta de la Ciénaga San Silvestre y del pozo aledaño al Colegio Ferticol. (Ver anexo)

En el tratamiento de agua es necesaria la utilización de ciertas sustancias que permitan que esta sea adecuada para el consumo humano e industrial.

Dentro de los químicos utilizados en la empresa se encuentran:

A. Sección de Clarificación y Potabilización

Sulfato de Aluminio: Se emplea para eliminar impurezas solubles del agua, antes de utilizarse en el consumo humano. La empresa utiliza sales dobles llamadas alumbre como coagulante en el proceso de clarificación del agua.

Hipoclorito de Sodio: Es utilizado como desinfectante en el proceso de potabilización y clarificación del agua.

Otros químicos: La empresa compra periódicamente (mensualmente) a la firma GE Betz, químicos para el tratamiento del agua, especialmente aquellas sustancias que permiten tener un mayor control de depósitos microbiológicos en los sistemas de enfriamiento (Espectrus) y evitar la corrosión de los equipos (Flogard).

En el proceso de clarificación se utiliza el Polyfloc y el Klaraid, los cuales permiten la separación de los sólidos suspendidos en el agua y el control microbiano.

B. Sección de Desmineralización y Suavización

Ácido Sulfúrico: Es utilizado en el proceso de regeneración de la unidad catiónica en la Planta de Desmineralización.

Soda Cáustica: Se utiliza para la regeneración de la unidad aniónica para la desmineralización del agua.

Sal Mareña: Es utilizada en el proceso de suavización del agua para la regeneración de la unidad zeolita.

7.3.2 Mano De Obra. En las plantas se labora las 24 horas del día distribuidos en tres turnos, en cada turno trabaja un operario. Los operadores intervienen directamente en los tratamientos, mediante la operación de las máquinas encargados de la transformación de la materia prima. Los operadores además de estas funciones realizan la adición de químicos, análisis de laboratorio y el control de las variables de proceso. Asimismo, en la Estación de Bombeo se trabaja en dos turnos de 12 horas cada uno. Los operadores de esta área se encargan de velar por el normal funcionamiento de los equipos y procesos.

7.3.3 Costos Indirectos De Fabricación. Para el caso de las Plantas de Tratamiento de Aguas en los registros contables se presentan los Costos Indirectos de Fabricación de manera general, sin especificar a que planta de tratamiento corresponde (sección 100, 101, 103 ó lotes de enfriamiento).

Cuadro 78. **Costos por Seguros**

SEGUROS	
SUBCUENTA	VALOR
Colectivo de Vida	\$217.297
De Manejo	\$694.000
TOTAL	\$911.297

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 79. **Costos por Servicios**

SERVICIOS	
SUBCUENTA	VALOR
Aseo y Vigilancia	\$773.468,00
Asistencia Técnica	\$280.945
Transporte, Fletes y Acarreos	\$3.127.000
TOTAL	\$4.181.413

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 80. **Costos por Diversos**

DIVERSOS	
SUBCUENTA	VALOR
Elementos de Aseo	\$1.275.819,68
Útiles, papelería y fotocopia	\$428.534,39
Taxis y Buses	\$1.220.486,00
Casino y Restaurante	\$4.532.827,00
TOTAL	\$7.457.667,07

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 81. **Costos por Mantenimiento y Reparaciones**

MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	
SUBCUENTA	VALOR
Construcciones y Edificaciones	\$140.000
Maquinaria y Equipo	\$37.241.266
Flota y Equipo de Transporte	\$34.800
Puesta en Marcha de Plantas	\$8.159.163,25
TOTAL	\$40.575.229,25

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 82. **Costos Adecuación e Instalación**

ADECUACION E INSTALACION	
SUBCUENTA	VALOR
Reparaciones Locativas	\$802.018,00
TOTAL	\$802.018,00

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 83. **Costos por Impuestos**

IMPUESTOS	
SUBCUENTA	VALOR
A la propiedad raíz	\$8.271.884,00
TOTAL	\$8.271.884,00

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 84. Costos por Depreciación

DEPRECIACION	
SUBCUENTA	VALOR
Maquinaria y Equipo	\$46.635.720,00
Acueducto, Plantas y redes	\$15.016.169
TOTAL	\$61.651.889

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 85. Otros Costos Indirectos de Fabricación

OTROS	
SUBCUENTA	VALOR
Piezas, partes y suministros	\$11.232.601,82
Combustibles, Lubricantes y Automotores	\$528.267,40
Herramientas	\$87.130,57
Elementos de Seguridad	\$213.842,26
Piezas, partes y suministros automotor	\$57.605,83

Fuente: Departamento de Contabilidad

8 ANÁLISIS Y DETERMINACION DEL SISTEMA DE COSTOS

Este capítulo tiene como objetivos identificar y establecer el sistema de costos que sea más apropiado y viable para desarrollar en Fertilizantes Colombianos S.A., considerando la naturaleza propia de las actividades de fabricación, las necesidades y características de la producción de Arcilla y de Tratamiento de Aguas.

8.1 ANALISIS DEL SISTEMA ACTUAL DE COSTOS

A continuación se procede a analizar la información recopilada, con el propósito de plantear alternativas de mejora para el sistema de costos actual.

Para la realización de este trabajo se contó con la asesoría del personal del Departamento de Contabilidad, la Gerencia General, textos especializados, Internet y estudios realizados en la empresa sobre este tema.

A continuación se presentan las debilidades del sistema actual de costos.

1. La Compañía no cuenta con una contabilidad de costos que proporcione de manera rápida a la gerencia, los datos relacionados a los costos de producir o vender cada producto.
2. Una de las desventajas que tiene el sistema de costos utilizado actualmente por la empresa es que la gerencia sólo puede hacer un análisis efectivo de los costos, después de que ha concluido el período de trabajo.

3. No se encuentra claramente definido un modelo de costos. Ya que para el caso del costeo variable sólo incluye en el costo de producción la materia prima y algunos conceptos de Costos Indirectos de Fabricación (CIF) variables, quedando sin incluir la mano de obra.

Los costos estándar son utilizados para estudiar el aumento o disminución de las variables de producción al finalizar el mes, pero no se analizan las variaciones de cada elemento del costo, no existe la predeterminación de lo que debe costar cada producto. Los estándares por materiales que son establecidos en la Empresa corresponden a los factores de aprovechamiento.

4. La empresa solo cuantifica por concepto de servicios industriales la energía eléctrica y el agua industrial, quedando sin costear el valor del aire que se genera en la respectiva planta para el funcionamiento de la instrumentación neumática y el valor del vapor generado para la operación de las calderas instaladas en las diferentes plantas.

5. El costo unitario de los materiales es determinado al iniciar el año por el Departamento de Materiales y Compras de acuerdo al comportamiento de los precios en el mercado para ser incluidos en la base de datos que se encarga de determinar el costo de producción.

6. Se determina el costo unitario de producción para del agua industrial excepto el agua potable, para calcular el costo de producción de los demás productos, pero contablemente este costo unitario no se registra, ya que no existe ningún soporte. Es decir, el Departamento de Contabilidad solo cuantifica el consumo del tratamiento del agua industrial.

7. La información que alimenta la base de datos no es confiable, debido a la ausencia y obsolescencia de los instrumentos de medición instalados en las Plantas de Arcilla y de Tratamiento de Agua.

8. El informe de Producción y Consumo que entrega la Dirección de Producción al Departamento de Contabilidad, es similar al que elabora la Dirección de Ingeniería,

el primero es la transcripción de la información contenida en el segundo adicionándole la información de los Jefes de Plantas y el Departamento Eléctrico.

9. Para establecer el consumo de los materiales se toma el acumulado total de consumo dividido en el acumulado total de la producción, utilizándose dicho resultado para el cálculo del costo total de consumo para cada material y no el consumo reportado por el área de producción. Esta situación refleja que en algunos casos aunque no existe consumo por concepto de material en algunas plantas su costo aparece registrado cargándosele al costo de producción.

8.2 DETERMINACIÓN DEL SISTEMA DE COSTOS

Asimismo se identifica y establece el sistema de costos que sea más apropiado y viable para desarrollar en Fertilizantes Colombianos S.A., considerando la naturaleza propia de las actividades de producción de Arcilla y de Tratamiento de Agua.

Una vez descritas las fallas del sistema actual de costos, se procede entonces a plantear las opciones más adecuadas para mejorar este, teniendo en cuenta las características propias de la empresa.

8.2.1 Selección del Sistema de Costos. De acuerdo a las características de producción, se pueden identificar dos sistemas de costos específicos: el de órdenes de producción y el de procesos.

8.2.1.1 Sistema de Costos por Órdenes de Producción. Como se mencionó en el capítulo anterior se establece este sistema cuando la producción es de carácter interrumpido, lotificado, diversificado, que responda a órdenes o instrucciones concretas y específicas de producir uno o varios artículos o un conjunto similar de los mismos. Para el control cada partida de artículos se requerirá por consiguiente, la emisión de una orden de producción en la que se acumulen los tres elementos del costo de producción; el costo unitario de producción se obtiene al dividir el costo total de producción entre el total de las

unidades producidas en cada orden.

8.2.1.2 Sistema de Costos por Procesos. De acuerdo al capítulo seis se establece este sistema cuando la producción se desarrolla en forma continua e ininterrumpida, mediante una afluencia constante de materiales a los procesos transformativos. La manufactura se hace en grandes volúmenes de productos similares, a través de una serie de etapas de producción llamadas procesos. Los costos de producción se acumulan para un período específico, por departamento, procesos o centros de costos. La asignación de costos en un departamento es sólo un paso intermedio, el objetivo es determinar el costo unitario total de producción.

Según las características presentadas anteriormente por los dos sistemas y teniendo en cuenta que de los procesos productivos desarrollados en la empresa incluyen varias operaciones distintas, procesos de transformación continua (en serie), se considera que el sistema actual de costos por procesos es el más adecuado, pero realizando las variaciones que sean necesarias y que permitan obtener un costo de producción más exacto y oportuno.

8.2.2 Selección de la Base de Costeo. La contabilidad de costos ofrece varias opciones para establecer las bases de costos, estas pueden usarse en cualquier sistema que se elija, entre las bases de costeo más importantes se pueden citar las siguientes: costos reales y costos predeterminados (estimados y estándares).

8.2.2.1 Costos Reales. Esta base se usa cuando el sistema de costos funciona principalmente partiendo de costos reales o históricos, es decir, costos que ya se han incurrido y cuya cuantía es conocida. Para el caso de Fertilizantes Colombianos S.A. la gerencia con esta base solo puede hacer un análisis efectivo de los costos, después de que se ha terminado un “período” de trabajo; esto implica que no se pueda llevar un control efectivo durante la producción, o lo que es lo mismo, es imposible remediar a tiempo cualquier deficiencia que se presente en el transcurso de la misma.

8.2.2.2 Costos Predeterminados. Se usa esta base cuando el sistema de costos funciona principalmente con base en costos que han sido calculados con

anterioridad a la ocurrencia de los costos reales. Dentro de esta clasificación se destacan los llamados costos estimados y los costos estándar, cuya diferencia radica principalmente en que los primeros se calculan a partir de previsiones poco elaboradas, la mayoría de las veces guiados por la lógica de los resultados obtenidos en el pasado y la experiencia del negocio; los segundos se estiman con base estadística, usando herramientas de simulación.

El sistema de Costos Estándar le permite a la Compañía contar con una información más oportuna e incluso anticipada de los costos de producción. Teniendo en cuenta que la Empresa maneja un sistema de costos predeterminados (estimados), se continuará con este método de costeo realizando un análisis más detallado de los procesos que incluyan todas las variables que inciden en el costo de producción. Asimismo se analizarán las variaciones de cada uno de los elementos del costo con el propósito de corregir las fallas y garantizar la toma oportuna de decisiones; además se establecerá el costo estándar para la producción de Arcilla y el Tratamiento de Agua.

8.2.3 Selección del Método de Costeo. Dentro de la Contabilidad de Costos, por tradición, siempre se han considerado los gastos generales (fijos y variables) como costos del producto, y como tales han sido aceptados para efectos fiscales y en la mayoría de los casos aun para el análisis en la toma de decisiones. Bajo este aspecto, se ha dado el nombre de “costos totales” o costos de absorción”, a aquellos en los cuales, además de los materiales directos y de la mano de obra directa, se incluyen los gastos generales fijos y variables. En torno a este concepto, los costos de manufactura han sido desarrollados ampliamente en los últimos años, y los métodos que se han aplicado, como por ejemplo el de costos estándar con presupuestos flexibles, han hecho posible estudiar no solamente todo lo concierne a la reducción de los costos de manufactura de los artículos, sino también el control en relación con la toma de decisiones, todo ello sujeto a las necesidades fiscales a través de los estados financieros.

Sin embargo, desde hace varios años, se inició el estudio de un nuevo método de costos denominado “costos marginales” o “costeo directo” que hace uso igualmente de todas las cifras de la contabilidad financiera con fines exclusivamente administrativos sin considerar el aspecto fiscal. Bajo este nuevo método, que cobra cada día más fuerza entre las grandes empresas, el costo del producto está dado por la suma de los materiales directos, la mano de obra directa y los gastos

variables únicamente, por lo que también se denomina “método de costos variables”. Los fijos son considerados como gastos del período que irán registrados en el Estado de Resultados.

Varios son los objetivos que persigue el método de los costos marginales. En primer lugar, cumple funciones esenciales de control, porque trata de definir la responsabilidad por cada unidad que se produzca, teniendo en cuenta que los costos variables con los que más fácilmente se pueden controlar en una empresa. En segundo lugar, sirve efectivamente en la toma de decisiones, puesto que el método en sí da un conocimiento cabal y verdadero de los costos dentro de una empresa, especialmente si se trata de tomar una decisión con respecto al aumento o disminución de la producción de un artículo dado, e inclusive, sobre cualquier cambio que se trate de hacer en los canales de distribución de artículos.

De manera que los costos marginales tienen por finalidad conocer lo que realmente está ocurriendo en la empresa en relación con los costos de producción y mercadeo, al margen del aspecto fiscal.

En particularidad de los costos marginales, estudiar a través del Estado de Resultados, únicamente el volumen de producción que se vende y no el total de la producción. En Fertilizantes se utiliza el sistema clásico de costos para efectos fiscales, pero al mismo tiempo preparan “informes de rentas y gastos” por “costeo directo”, como información básica para la gerencia en la toma de decisiones.

De acuerdo a lo anterior, se continuará con el sistema de costeo variable pero realizando los ajustes pertinentes que permitan a la administración la toma oportuna de decisiones. Asimismo, se utilizará el concepto clave del costeo variable como lo es el margen de contribución.³¹

³¹ El margen de contribución es aquella porción de los ingresos que queda disponible para cubrir los costos y gastos fijos y producir utilidad.

9 DISEÑO DEL SISTEMA DE COSTOS

El objetivo de este capítulo es mejorar la aplicación de los costos predeterminados (estándar) en la Compañía, cuya implantación facilite determinar las causas y responsabilidades a través del análisis de las variaciones; asimismo se realizarán los ajustes necesarios al método de costeo variable lo cual permitirá un análisis más preciso de los costos y contribuirá a la toma de decisiones más acertadas.

9.1 CONSIDERACIONES Y SUPUESTOS GENERALES

1. Para diseñar el sistema de Costos por Proceso en la Compañía se elaborará una carta de flujo de trabajo, en la cual se delimitan en forma bien clara, tanto los departamentos de producción como los de servicios. Dicha carta servirá para la elaboración de los estándares de los tres elementos del costo.

El flujo del trabajo representado en esta carta, da una visión global de la manera como se realiza el proceso general de producción en cada una de las plantas.

2. Se da por efectuado el Estudio del Trabajo (estudios de Ingeniería Industrial), el cual permite conocer las cantidades físicas de los materiales, mano de obra y los costos indirectos de fabricación que se espera tendrá cada unidad producida, así como los precios de estos factores. Este proceso no se detallará por no ser objeto de esta investigación.

3. Teniendo en cuenta que en la empresa están claramente identificados los Centros de Costos, estos servirán de base para identificar los tres elementos del costo, además de ser estos de donde proviene la información necesaria requerida por la gerencia para establecer las posibles diferencias entre los costos reales y los estándares.

4. Se realizará la confrontación de los costos predeterminados con los reales, con el propósito de analizar las posibles variaciones y estudiar sus causas.

5. Para el diseño del modelo de costos en la Planta de Arcilla se tomará como elemento de costeo la tonelada métrica de producto terminado, por ser esta la unidad de medida común para los diferentes productos elaborados por la Compañía. De igual forma la unidad de costeo para el agua será en galones, por ser esta unidad la que se utiliza en los informes de producción y sirve para realizar comparaciones.

6. El tipo de estándar utilizado es el de estándares normales o regulares.³²

9.2 COSTOS ESTÁNDARES

Una fase importante del Sistema de Costos es la fijación de los estándares para materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación.

Teniendo en cuenta que un modelo de costos por procesos no existe diferenciación entre materiales directos e indirectos, se calculan los estándares para cada elemento del costo sin hacer énfasis en su relación directa e indirecta con el producto.

9.2.1 Estándar de Materiales. Con este valor se pretende determinar cuanto deberían costar los materiales requeridos para la producción de Arcilla y el Tratamiento de Agua. Esto implica considerar la cantidad de material requerido y fijar los precios.

³² Los estándares normales o regulares, son estándares para el corto plazo y por consiguiente se consideraran fácilmente modificables, se espera que el rendimiento obtenido sea el de períodos anteriores.

9.2.1.1 Estándar de Cantidad de Material Usado. Son especificaciones predeterminadas de la cantidad de materiales que deben utilizarse en la producción de una unidad determinada. La cantidad de materiales deben determinarse a partir de estudios de ingeniería, análisis de experiencias anteriores utilizando la estadística descriptiva, etc.

9.2.1.2 Estándares de Precio del Material. Con este valor se pretende determinar cuanto debería pagar la empresa por los materiales que se utilizan en la producción. Teniendo en cuenta que los precios de los materiales están sujetos a las variaciones del mercado, por lo cual el control sobre dichas fluctuaciones que puede ejercer la empresa es mínimo.

9.2.2 Estándar de Mano de Obra. Al igual que los materiales la mano de obra en un sistema de costos por proceso no requiere ser clasificada en mano de obra directa e indirecta, porque el interés se centra en determinar a cual centro de costos se debe cargar su valor.

Este costo predeterminado se divide en estándar de salario o precio y en estándar de tiempo o cantidad de mano de obra.

9.2.2.1 Estándar de Tiempo o Cantidad de Mano de Obra. Son estándares de desempeño predeterminados para la cantidad de horas de mano de obra que se debe utilizar en la producción de una unidad determinada los estudios de tiempos y movimientos son útiles en el desarrollo de estándares de eficiencia de mano de obra. En estos estudios se hace un análisis de los procedimientos que siguen los trabajadores y de las condiciones (espacio, temperatura, equipo, herramientas, iluminación, etc.) en las cuales deben ejecutar sus tareas asignadas.

9.2.2.2 Estándar de Precio o Salario. Los estándares de precio son tarifas salariales para un período. La tarifa estándar que un individuo recibirá usualmente se basa en el tipo de trabajo que realiza y en la experiencia que la persona tiene del trabajo.

En caso de aumento en el salario durante el año, este cambio debe incorporarse en la tarifa salarial estándar y requiere el establecimiento de una tarifa promedio ponderada estándar por hora.

En la Compañía la tarifa salarial para el personal de nómina diaria,³³ está estipulado en la Convención Colectiva de Trabajo. Para el personal de nómina mensual o directivo³⁴ la tarifa salarial es determinada por la Gerencia General de acuerdo con el escalafón y los estudios de salarios.

9.2.3 Estándares de Costos Indirectos de Fabricación. Al igual que para el caso de materiales y de mano de obra, definir el costos que por concepto de CIF, debe cargarse a la producción en un sistema de costos estándar, requiere la fijación de un estándar de precio y de un estándar de cantidad.

9.2.3.1 Estándar de Precio. El estándar de precio de carga fabril recibe también la denominación de tasa estándar, y su determinación requiere la definición de dos presupuestos de nivel de operación y presupuesto de costos indirectos de fabricación.

Presupuesto del nivel de operación: Para determinar la tasa estándar de precio de CIF, lo primero que se espera alcanzar se determina de acuerdo con la capacidad que debería utilizar la empresa, capacidad expresada en términos de la base previamente definida: Horas de mano de obra-horas máquina-unidades de producción, etc.

N.O.P.E: Nivel de operación presupuestado al estándar o nivel de operación estándar: **NOE:** El nivel de operación que se espera alcanzar se determina de

³³ El personal de nómina diaria corresponde a los trabajadores cuyos salarios están estipulados en la Convención Colectiva de Trabajo, a los cuales a su vez se les retribuyen los sobretiempos y demás prestaciones de ley.

³⁴ El personal de nómina mensual corresponde a los trabajadores que debido a su posición y compromisos con la Empresa su salario no es variable.

acuerdo con la capacidad que debería utilizar la empresa, capacidad expresada en términos de la base previamente definida: Horas de Mano de Obra-Horas Máquina, unidades de producción, etc.

Presupuesto de Costos Indirectos de Fabricación: El segundo presupuesto necesario para calcular la tasa CIF (P)e (presupuestado a al estándar partiendo de un presupuesto flexible).

El criterio más recomendable para la asignación de la capacidad de la planta es el denominado: **CRITERIO DE CAPACIDAD REAL PREVISTA o DE ELEVADO RENDIMIENTO FACTIBLE**, considerado alcanzable mediante la actuación normal, esto es, utilización eficiente de los recursos de producción contemplando los factores influyentes y condicionantes del proceso, propios de su naturaleza.

Generalmente la tasa estándar es definida en términos de \$/HMOD, siendo la cantidad estándar CIF representada por las horas de mano de obra que se estandarizaron para el segundo elemento fundamental del costo de producción, mano de obra.

La responsabilidad de definir la tasa estándar recae sobre el área de producción, y presupuestación de la empresa, personal encargado de definir un estándar de precio CIF, para el corto plazo.

9.2.3.2 Estándar de Cantidad. Tal como se ha mencionado, la cantidad de carga fabril está representada por la misma, definida para el segundo elemento fundamental del costo de producción: Estándar de mano de obra (horas estándar).

9.3 DETERMINACIÓN DE LOS ESTÁNDARES

Para determinar lo que debería costar la producción de Arcilla y de Tratamiento de Aguas, es decir su costo estándar, se hace necesario definir estándares de cantidad y precio para cada elemento fundamental del costo. En este caso se incluirán los

estándares de los materiales tanto directos como indirectos por tratarse de un modelo de costos por proceso.

9.3.1 Planta de Arcilla. Como se ha mencionado a lo largo de este documento la Arcilla se utiliza como insumo para la elaboración del Nitrato de Amonio, por tanto al determinar el costo estándar para la producción de esta materia prima se podrá conocer con mayor exactitud el costo de producción de una tonelada de Nitrato.

9.3.1.1 Fijación del Estándar de Material. Para la fijación del estándar de Material se utilizó la información contenida en el Balance de Materiales y Energía de la Planta, el cual fue elaborado por la Dirección de Ingeniería para el Plan de Manejo Ambiental. Asimismo se realizaron visitas de campo y entrevistas a los operarios para analizar el proceso productivo.

9.3.1.2 Estándar de Cantidad de Material Usado. A continuación se presentan los cálculos realizados para la determinación del estándar de cantidad de material usado.

9.3.1.2.1 Materia Prima. De acuerdo a lo mencionado en el capítulo tres, la materia prima que se requiere para la obtención de Arcilla corresponde a la tierra que se extrae de las minas localizadas en los predios de la Empresa. Para determinar la cantidad de material requerido en una TM (Tonelada Métrica), se recopiló la información en la Dirección de Ingeniería, realizando las respectivas conversiones de unidades.

Cuadro 86. Unidades de Conversión de Masa

UNIDAD	EQUIVALENCIA
1 Tonelada	1000 Kilogramos
1 Tonelada	0,9071847 Toneladas Métricas

Fuente: Dirección de Ingeniería

De acuerdo al anexo cuatro: Planta de Arcilla, Balance de Materia y Energía, se establece que para producir 2628,2 Kg de Arcilla se requieren 3877 Kg de tierra,

realizando las respectivas conversiones se tiene:

Cuadro 87. Determinación de la Cantidad de Materia Prima

CANTIDAD DE MATERIA PRIMA	PRODUCCIÓN
3877,0Kg* 1 Ton/1000 Kg*0,9071847TM/1Ton	2628,20Kg* 1 Ton/1000 Kg*0,9071847TM/1Ton
3,5168 TM	2,384 TM

Fuente: La Autora

Esta producción se encuentra dentro del promedio de producción descrito en la Tabla Número Tres: Capacidad y Tiempo de Producción en la Planta de Arcilla, esto indica que el cálculo se realizó tomando como base la humedad de la tierra más o menos en un 20%.

De acuerdo a lo anterior se obtiene:

$$\text{Cantidad de Materia Prima} = \frac{3,5168 \text{ TM de Materia Prima} * 1 \text{ TM de Arcilla}}{2,384 \text{ TM de Arcilla}}$$

$$\text{Estándar de Materia Prima} = 1,475 \text{ TM de Tierra/TM de Arcilla}$$

Por tanto, para producir 1 TM de Arcilla se requiere de 1.475 TM de tierra.

9.3.1.2.2 Gas Industrial. Para determinar el estándar de cantidad por concepto de gas, se utilizó el Estudio realizado por la dirección de ingeniería contenido en el Plan de Manejo Ambiental, en el cual se establece que para producir 2.384 TM de arcilla se requiere de 30 Kg/h de gas, en este caso se realizará la conversión a MBTU, debido a que esta es la unidad de facturación del gas.

Cuadro 88. Unidades de Conversión

Unidad	Equivalencia
Densidad del Gas	0,0043 Lb/pies ³
1 Kg	2 Libras
1 KPC	1000 pies ³
1KPC	0.9966 MBTU ³⁵

Fuente: Dirección de Ingeniería

Para una TM de arcilla tenemos que el consumo de gas es de:

$$\text{Consumo de gas /TM de Arcilla} = 30 \text{ KG} * 1\text{TM}/2,384 \text{ TM}$$

$$\text{Consumo de gas /TM de Arcilla} = 12,58 \text{ Kg} * 2\text{Lb}/1\text{Kg}$$

$$\text{Consumo de gas /TM de Arcilla} = 25.16 \text{ Lb}$$

Densidad = masa/volumen

Despejando la Fórmula de densidad tenemos:

Volumen = masa/densidad

$$\text{Volumen} = 25,16 \text{ Lb} / 0,043 \text{ Lb/pies}^3$$

$$\text{Volumen} = 585,11 \text{ pies}^3$$

$$\text{Volumen} = 585,11 \text{ pies}^3 * 1 \text{ KPC} / 1000 \text{ pies}^3$$

$$\text{Volumen} = 0,585 \text{ KPC} * 0.9966 \text{ MBTU/KPC}$$

$$\text{Volumen} = 0,5830 \text{ MBTU}$$

De acuerdo a lo anterior se concluye que el estándar por consumo de gas en la planta es:

³⁵ Corresponde a la unidad de medida del gas.

Estándar de Gas = 0,5830 MBTU/TM de Arcilla

Por tanto, para producir 1 TM de Arcilla se requiere de 0.5830 MBTU de gas.

9.3.1.2.3 Energía Eléctrica. Para determinar el Estándar del consumo de la energía eléctrica en la planta, se utilizaron los reportes mensuales de relación de consumo de energía que entrega la Dirección de Producción al Departamento de Contabilidad. Se tomará como estándar el consumo promedio en la planta durante el año 2004.

Cuadro 89. Consumo de Energía Eléctrica en la Planta de Arcilla año 2004

MES	CONSUMO (KWH)
ENERO	15624
FEBRERO	12000
MARZO	20300
ABRIL	25200
MAYO	20500
JUNIO	15550
JULIO	22500
AGOSTO	20580
SEPTIEMBRE	17120
OCTUBRE	15655
NOVIEMBRE	32880
DICIEMBRE	15600
PROMEDIO	19456

Fuente: Dirección de Producción

A continuación se presenta el cálculo realizado para determinar el estándar por concepto de energía eléctrica en la planta, es necesario conocer el promedio de producción en la planta, de acuerdo a la información recopilada en los informes de producción y consumo de las plantas se tiene:

Cuadro 90. Producción de Arcilla año 2004

MES	PRODUCCION (TMD)
ENERO	378,51
FEBRERO	386,22

MARZO	433,63
ABRIL	455,94
MAYO	380,43
JUNIO	325,36
JULIO	201,46
AGOSTO	509,81
SEPTIEMBRE	395,76
OCTUBRE	384,00
NOVIEMBRE	344,10
DICIEMBRE	401,86
PROMEDIO	383,09

Fuente: Dirección de Producción

De acuerdo a lo anterior se tiene:

Consumo de Energía Eléctrica /TM de Arcilla = 1 TM*19456 KWH//383,09 TM
Consumo de Energía Eléctrica /TM Arcilla = 50,78 KWH/TM de Arcilla

El estándar por material, por concepto de energía corresponde a:

Estándar Energía Eléctrica = 50,78 KWH/TM de Arcilla

Por tanto, para producir 1 TM de Arcilla se requiere de 50.78 KWH de energía eléctrica.

9.3.1.2.4 Lubricantes. El estándar de los lubricantes se estableció de acuerdo a los reportes entregados a la Dirección de Producción por el Jefe de Plantas II, en el cual se registran las producciones y consumos presentados en su jurisdicción.³⁶ Al igual que la energía eléctrica se obtuvo el promedio durante todo el 2004 por cada tipo de lubricante utilizado en la planta.

³⁶ El Jefe de Planta II, es el encargado de supervisar las operaciones de las Plantas de Arcilla, Nitrato de Amonio, Urea y la Bodega de Empaque.

Cuadro 91. Consumo de Lubricantes año 2004

MES	CONSUMO GALONES
ENERO	13
FEBRERO	16
MARZO	14
ABRIL	19
MAYO	9.25
JUNIO	37
JULIO	5
AGOSTO	8
SEPTIEMBRE	21
OCTUBRE	13
NOVIEMBRE	40
DICIEMBRE	7
PROMEDIO	16.85

Fuente: Dirección de Producción

De la misma forma que para la determinación del estándar por concepto de energía eléctrica se utilizó la Tabla Número 50: Producción de Arcilla año 2004, de acuerdo a esta información se tiene:

Consumo de Lubricantes /TM de Arcilla = $1 \text{ TM} \times 16,85 \text{ galones} // 383,09 \text{ TM}$

Consumo de Lubricantes /TM de Arcilla = $0,0439 \text{ galones} / \text{TM de Arcilla}$

El estándar por lubricante corresponde a:

Estándar de lubricantes = $0,0439 \text{ galones} / \text{TM de Arcilla}$

Por tanto, para producir 1 TM de Arcilla requiere de 0,0439 galones de lubricantes.

9.3.1.3 Estándar de Precio del Material. A continuación se detallan los cálculos requeridos para la determinación del precio estándar:

9.3.1.3.1 Materia Prima. Para establecer el precio de la materia prima es necesario tener en cuenta que para esta esté disponible en la planta para su transformación se requiere realizar las siguientes operaciones:

- ✓ Extracción de la tierra de las minas.
- ✓ Transporte de la tierra a la bodega de almacenamiento.

De acuerdo a lo anterior el costo de la materia prima corresponderá a la suma de los costos de operación (extracción y transporte) más el costo de la tierra, la cual por ser tomada de la naturaleza se le asignará como precio \$1.

9.3.1.3.1.1 Costo de Extracción de la Tierra. Este proceso se realiza de manera periódica, cada quince días, durante una jornada de ocho horas. El operador de la maquinaria pertenece a la empresa y está adscrito al Departamento de Automotores.³⁷

Se requiere determinar el costo por hora del operador, de esta forma se podrá cuantificar el costo por extracción. A continuación se presenta el procedimiento para su cálculo:

Cuadro 92. Información Operador de Automotores

# DE OPERADORES	ESCALAFON	VALOR DIA	VALOR HORA	TIEMPO LABORADO (DIAS)	TOTAL HORAS EXTRAS ³⁸	PRIMA DE CONVERSIÓN
1	Operador I Equipo Pesado	\$27951	\$3493,875	2	1	NO

Fuente: Departamento de Nómina

³⁷ El salario del operador de la maquinaria para la extracción de la tierra se prorrateará de acuerdo al número de horas requeridas para esta labor.

³⁸ En el estándar de salario se explicará detalladamente los aspectos más importantes de la Convención Colectiva de Trabajo que constituyen salario y la forma para su cálculo.

A continuación se presenta el cálculo realizado para establecer el costo por extracción:

Cuadro 93. Determinación del Costo por Hora del Operador de Automotores

CONCEPTO	% ³⁹	Valor Parcial	Valor Acumulado
VALOR MENSUAL POR HORAS TRABA.		27951,00	
HORAS EXTRAS POR CONVENCION		4367,34	
PRIMA DE CONVERSION			
SALARIO BASE PARA LIQUIDACIÓN			\$32318,34
PRESTACIONES SOCIALES			
Cesantías	0,278%	89,77	
Prima de Servicios	0,278%	89,77	
Interés sobre Cesantía	0,033%	10,66	
Dotación	0,133%	42,98	
Vacaciones	0,139%	44,92	
TOTAL PRESTACIONES	0,861%	278,1	
APORTES PARAFISCALES			
Sena	0,067%	21,65	
ICBF	0,100%	32,31	
Subsidio Familiar	0,133%	42,98	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,300%	96,94	
TRANSFERENCIAS			
Fondos de Pensiones	0,375%	121,19	
Salud EPS	0,267%	86,28	
ARP	0,081%	26,17	
TOTAL TRANSFERENCIAS	0,72%	233,64	
COSTO OPERADOR			\$32927,02

Fuente: La Autora

La empresa paga por los dos días de trabajo al operador de Automotores: \$65854,04. El costo por tonelada de tierra extraída corresponde al costo por día del operador sobre la cantidad transportada. A continuación se presenta su cálculo:

³⁹ Para el cálculo de los porcentajes utilizados para la liquidación del operario de automotores se utilizó la tabla 58. Porcentajes Vigentes para Liquidación de Nómina, dividido entre 30, para establecer el factor de liquidación diario.

Costo por TM = \$65854,36/468,6⁴⁰ TM

Costo por Extracción: \$140,53 /TM de Tierra

9.3.1.3.1.1 Costo de Transporte de la tierra a la bodega de almacenamiento.
El transporte es contratado a terceros, la Empresa paga \$150.000 por el cargue de 60 volquetadas.⁴¹

A continuación se detallan los cálculos para la determinación del costo por TM transportada:

Se requiere realizar la conversión de unidades para determinar la capacidad de cargue de la volqueta a Toneladas Métricas por ser ésta la unidad de costeo seleccionada, por tanto se utilizará como factor de conversión la densidad de la Arcilla. Se tomó como referencia los estudios realizados por la Dirección de Producción en la planta durante el 2002, en los cuales se determinó que la densidad promedio de la tierra corresponde a 1,23 Ton/m³, luego se tiene:

Capacidad de la Volqueta = 1,23 Ton/m³ *0,9071847TM/Ton*7 m³

Luego la **Capacidad de la Volqueta = 7,81 TM** cantidad transportada corresponderá a:

⁴⁰ En el costo de transporte a la bodega de almacenamiento se detallará el cálculo de este valor.

⁴¹ El costo del transporte fue suministrado por el personal de contabilidad. La capacidad de las volquetas es de 7 metros cúbicos aproximadamente. La cantidad transportada se estableció de acuerdo a lo reportado por el personal de Automotores.

Capacidad Transportada = Capacidad de la Volqueta *Número de Viajes

Cuadro 94. Determinación del Costo de la Tierra Transportada

COSTO TOTAL	CANTIDAD TRANSPORTADA	COSTO UNITARIO
\$150.000	468,6 TM	\$320,102/ TM

Fuente: La Autora

El costo unitario del transporte corresponde al costo total dividido en la cantidad transportada.

Una vez se ha definido el costo unitario de las actividades que se requieren para que la materia prima este disponible en la planta, se procederá al establecimiento del estándar de material por concepto de precio.

De acuerdo a lo mencionado en el capítulo cuatro, en estos momentos la materia prima se está agotando y su período de duración es de aproximadamente 5 años, por tanto para la determinación del precio por concepto de materia prima además de los costos mencionados anteriormente se incluirá el costo por agotamiento de la mina.

Para la determinación de este costo se investigó en los informes de avalúos de los terrenos el costo de las minas ubicadas en la Compañía, así mismo se estableció un nivel de producción proyectado de acuerdo a la información suministrada por las Direcciones de Producción e Ingeniería. Esta información permitirá aplicar el método de agotamiento, el cual consiste en dividir el costo del activo agotable mediante el número de unidades a producir, de lo cual resulta una tasa unitaria estimada de agotamiento.

El valor total por agotamiento del ejercicio se obtiene de multiplicar el número real de unidades producidas por la tasa unitaria estimada. s hubiere. En este caso por tratarse de un recurso que se extrae para la producción se registra como un costo.

De acuerdo a lo anterior tenemos:

Costo del Activo Agotable:Total terreno de extracción*costo por metro cuadrado
Costo del Activo Agotable: 121.900 metros cuadrados*\$8.000/metro cuadrado
Costo del Activo Agotable: \$975.200.000

Unidades proyectadas: 22985 en cinco años

Teniendo en cuenta que la explotación de las minas se inició en el año de 1966, se tiene que el agotamiento anual corresponde \$22.163.636,4 cuyo valor se determina dividiendo el costo total del activo entre 44, valor que corresponde al tiempo total de explotación de la mina.

Hasta el momento el acumulado por concepto de agotamiento es de \$864.381.818 quedando un saldo para los próximos cinco años de \$ 110.818.182

Por tanto la tasa unitaria por concepto de costo por agotamiento corresponde a:

Costo por Agotamiento: \$ 110.818.182/22985 TM
Costo por Agotamiento: \$4821,15/TM

Cuadro 95. Costo Unitario de la Tierra

CONCEPTO	COSTO UNITARIO/TM
Materia Prima	\$4821,15
Extracción	\$140.53
Transporte	\$320,102
TOTAL	\$5141,252

Fuente: La Autora

ESTANDAR DE PRECIO PARA LA TIERRA = \$5141,252/TM de Arcilla

9.3.1.3.2 Gas Industrial. Este producto es comprado a la Empresa Colombiana de Petróleos (ECOPETROL) bajo un contrato de suministro de gas. Actualmente se viene cancelando por anticipado debido a que la Empresa no dispone de la

Garantía exigida en el contrato para el beneficio del crédito.

El precio actual de compra para el gas industrial es de US\$ 1.31 y el del gas petroquímico o de proceso es de US\$ 0.75⁴². El precio en pesos colombianos corresponde a:

PRECIO DEL GAS = PRECIO EN DOLARES * TASA DE CAMBIO

43

PRECIO DEL GAS = US\$1.31/MBTU*\$2315/US\$

PRECIO DEL GAS = \$3032.65/MBTU

ESTANDAR DE PRECIO PARA EL GAS = \$3032.65/MBTU

9.3.1.3.3 Energía Eléctrica. El precio de la energía eléctrica corresponde al costo de generación de este insumo registrado en la estructura de costos de la Compañía. Para su determinación se obtuvo el costo promedio para el año 2004.

Cuadro 96. Costo de Generación de Energía Eléctrica año 2004

MES	COSTO (KWH)
ENERO	137.39
FEBRERO	129.69
MARZO	125.81
ABRIL	125.47
MAYO	125.20
JUNIO	125.36
JULIO	124.98

⁴² El Gas Petroquímico o de Proceso es el que se utiliza para la obtención del Amoníaco y el Gas Combustible es el que se requiere para la generación de la Energía Eléctrica y el calentamiento de los hornos en las plantas de Nitrato de Amonio y Arcilla.

⁴³ La tasa de cambio corresponde al valor utilizado para la facturación del consumo del gas del mes de diciembre de 2004.

AGOSTO	124.69
SEPTIEMBRE	122.32
OCTUBRE	122.67
NOVIEMBRE	122.96
DICIEMBRE	134.33
PROMEDIO	126.73

Fuente: Dirección de Producción

El precio por concepto de energía corresponde a: \$126,73/KWH.

ESTANDAR DE PRECIO DE LA ENERGIA = \$126,73/KWH

9.3.1.3.4 Lubricantes. Teniendo en cuenta que en el estándar por este concepto se incluyó todos los lubricantes utilizados en la planta, se determinará el promedio de los precios de cada uno de los lubricantes y este será el estándar de precio por lubricantes.

Cuadro 97. Precio de los Lubricantes

PRODUCTO	COSTO BARRIL (55 GALONES)	PRECIO UNITARIO
ENGRANAJE EP-220	\$ 1.005.881	\$ 18.289
TURBINA 100	\$ 1.052.377	\$ 19.134
TRANSMITER 140	\$ 1.236.756	\$ 22.486
TERPEL IN-ESP-460	\$ 760.535	\$ 13.828
PRECIO PROMEDIO		\$18.434,25

Fuente: Departamento de Materiales y Compras

ESTANDAR DE PRECIO LUBRICANTES =\$18.434,25/Galón

Una vez establecidos los estándares para precio y cantidad de materiales se establece la hoja costos estándar para el primer elemento fundamental del costo de producción.

Cuadro 98. Hoja de Costos Estándar por Materiales

HOJA DE COSTOS ESTÁNDAR POR MATERIALES PARA UNA TONELADA DE ARCILLA			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
Tierra	1.475 TM	\$5141,252/TM	\$7583,34
Gas Industrial	0.5830 KWH	\$3032,65/MBTU	\$1768,03
Energía Eléctrica	50.78 KWH	\$126,73/ KWH	\$6435,34
Lubricantes	0.0439 Galones	\$18434,25/Galón	\$809,26
COSTO ESTÁNDAR POR MATERIALES			\$16595,97

Fuente: La Autora

9.3.1.4 Fijación del Estándar de Mano de Obra. A continuación se presentan los cálculos efectuados para la determinación del estándar de mano de obra.

9.3.1.4.1 Estándar de Tiempo o Cantidad de Mano de Obra. Para la fijación del estándar de cantidad se utilizó la información suministrada por la Dirección de Ingeniería de la Empresa a través de lo análisis y estudios realizados en las diferentes plantas.

En la determinación de la cantidad de horas de mano de obra requerida en una Tonelada Métrica de Arcilla se tienen los siguientes operarios:

Cuadro 99. Operarios de la Planta

	TURNO	NUMERO DE HORAS
OPERARIO UNO	6 A.M-2 P.M.	8
OPERARIO DOS	2 P.M-10 P.M	8

Fuente: Jefe de Plantas II

Como se mencionó, cada operario descansa un día siendo reemplazado por otro operario el cual está adscrito a la Planta Eléctrica.

Según la Tabla 4. Capacidad y Tiempo de Producción, información suministrada por la Dirección de ingeniería se tiene:

CONDICIÓN DE LA TIERRA	PRODUCCION (TM/H)	PROMEDIO PRODUCCIÓN (TM/H)	TIEMPO DE PRODUCCIÓN ⁴⁴ (Horas / turno)	PRODUCCION DIA (TM/D)
Seca (Humedad entre El 12 y 20%)	2-3	2.5	2.5	12.5

De acuerdo a lo anterior se establecerá el número de horas de mano de obra necesarias para la producción de una tonelada de Arcilla.

Número de Horas de Mano de Obra Directa = $1\text{TM} \times 16 \text{ horas de Mano de Obra} / 12.5 \text{ TM/Día}$

Número de Horas de Mano de Obra Directa = 1.28 Horas Hombre/TM

Por tanto para producir una Tonelada Métrica de Arcilla se requiere de 1.28 horas hombre.

Adicionalmente los supervisores dedican de acuerdo a lo reportado por los Jefes de Planta y los operarios aproximadamente 2 horas del total de su jornada de trabajo a la supervisión y control de los procesos en la Planta de Arcilla, de acuerdo a esto se tiene:

Número de Horas de Mano de Obra por Supervisión = $1\text{TM} \times 2 \text{ horas de Mano de Obra} / 12.5 \text{ TM/Día}$

Número de Horas de Mano de Obra por Supervisión = 0.16 Horas de Supervisión/TM

⁴⁴ En la planta se laboran dos turnos de 8 horas cada uno de lunes a domingo.

ESTANDAR DE TIEMPO MANO DE OBRA =1.44 horas /Toneladas de Arcilla

9.3.1.5 Estándar de Precio o Salario. En esta planta laboran dos operadores cuyo escalafón corresponde al de Asistente Operador. Para cubrir los descansos un trabajador (generalmente de la Planta de Urea ó Planta Eléctrica) ⁴⁵ labora dos días a la semana en el turno correspondiente, su clasificación es la misma de los operadores de arcilla.

Cuadro 100.Escalafón del Personal de la Planta de Arcilla

CANTIDAD	ESCALAFON	H/H	DIA	MENSUAL	TOTAL
2	Asistente Operador	\$3.370,5	\$26.964	\$808.920	\$1617840
1 ⁴⁶	Asistente Operador	\$3.370,5	\$26.964	\$808.920	\$808.920

Fuente: Departamento de Nómina

De acuerdo a lo estipulado en la Convención Colectiva de Trabajo en el artículo 73 parágrafo 2, la empresa reconocerá al personal que labore en turno programado de (8) horas media (1/2) hora diaria de sobretiempo de acuerdo al cuadro de turno, en compensación a la jornada diaria de trabajo sin exceder de tres (3) horas semanales.⁴⁷

⁴⁶ Corresponde al operador que realiza los descansos, el cual se conoce en la empresa como Caimán; su salario está a cargo de la Planta Eléctrica ó Urea según corresponda.

⁴⁷ La jornada diaria hace referencia al turno de pito a pito de 6: A.M. a 11 A.M. y de 12:30 P.M a 4:30 P.M. en la que labora el personal de nómina directiva.

A continuación se presentan los cálculos realizados para la determinación del estándar de salario. Para el estándar de precio se utilizó el salario base de cada operario, como en este caso se deben incluir las horas extras por convención y la prima de conversión por constituir salario, se utilizaron los reportes del Departamento de Contabilidad por este concepto para la Planta de Arcilla para el año 2004, a este valor se le incrementará el 5.5% valor del IPC a Diciembre de 2004, dicho valor se dividirá en doce meses para determinar este valor de manera mensual y posteriormente se distribuirá de manera equitativa para cada trabajador, esto se hace debido a que es bastante complejo establecer con exactitud el monto que hay que cargársele al trabajador por dicho concepto, los demás ítem se calcularan utilizando el anexo cinco de porcentajes de ley.

Cuadro 101. Horas Extras y Primas Extralegales Personal Planta de Arcilla

CONCEPTO	COSTO A DICIEMBRE DE 2004	COSTO CON EL IPC
Horas Extras Turno	\$9.685.364	\$10.218.059,02
Horas Extras Normal	\$2.273.941	\$2.399.007,75
Primas Extralegales	\$2.854.430	\$3.011.423,65

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 102. Valores a Contabilizar en la Mano de Obra

CONCEPTO	COSTO MENSUAL	COSTO DIARIO POR OPERADOR
Horas Extras Turno	851504,918	14191,74
Horas Extras Normal	199917,313	3331,95
Primas Extralegales	250951,971	4182,53

Fuente: La Autora

Cuadro 103. Costo de la Mano de Obra Planta de Arcilla

CONCEPTO	%	Valor Parcial	Valor Acumulado
VALOR SALARIO DIARIO.		26964	
HORAS EXTRAS POR CONVENCION		3331,95	
PRIMA DE CONVERSIÓN		4182,53	
HORAS EXTRAS TURNO		14191,74	
SALARIO BASE PARA LIQUIDACIÓN			48670,22
PRESTACIONES SOCIALES			
Cesantías	0,278%	74,96	
Prima de Servicios	0,278%	74,96	
Interés sobre Cesantía	0,033%	8,90	
Dotación	0,133%	35,86	
Vacaciones	0,139%	37,48	
TOTAL PRESTACIONES	0,861%	232,16	
APORTES PARAFISCALES			
Sena	0,067%	18,07	
ICBF	0,100%	26,96	
Subsidio Familiar	0,133%	35,86	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,300%	80,89	
TRANSFERENCIAS			
Fondos de Pensiones	0,375%	101,12	
Salud EPS	0,267%	71,99	
ARP	0,081%	21,84	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,72%	194,14	
COSTO OPERADOR			49177,41

Fuente: La Autora

De acuerdo a lo anterior se obtiene que el costo por día de cada operador de la Planta de Arcilla corresponde a \$49177,41, esto significa que por cada hora de trabajo se le están cancelando: \$6147,17/hora.

Es de señalar que para este caso se tendrá en cuenta el costo de la mano de obra por concepto de supervisión por ser un modelo de costos por proceso. Según lo

reportado por el área de nómina a cada supervisor se le cancela mensualmente \$1.428.173, se debe tener en cuenta que este personal por ser de nómina mensual no se le tienen en cuenta las horas extras.

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Cuadro 104. Costo de la Mano de Obra por Supervisión

CONCEPTO	%	Valor Parcial	Valor Acumulado
VALOR SALARIO DIARIO.			\$47605,76
SALARIO BASE PARA LIQUIDACIÓN			
PRESTACIONES SOCIALES			\$47605,76
Cesantías	0,278%	132,34	
Prima de Servicios	0,278%	132,34	
Interés sobre Cesantía	0,033%	15,71	
Dotación	0,133%	63,32	
Vacaciones	0,139%	66,17	
TOTAL PRESTACIONES	0,861%	409,89	
APORTES PARAFISCALES			
Sena	0,067%	31,90	
ICBF	0,100%	47,61	
Subsidio Familiar	0,133%	63,32	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,300%	142,82	
TRANSFERENCIAS			
Fondos de Pensiones	0,375%	178,52	
Salud EPS	0,267%	127,11	
ARP	0,081%	38,56	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,72%	342,76	
COSTO OPERADOR			48501,23

Fuente: La Autora

De acuerdo a lo anterior se obtiene que el costo por día de cada operador por concepto de supervisión para la Planta de Arcilla corresponde a \$48501,23, esto significa que por cada hora de trabajo se le están cancelando: \$6062,65/hora.

De la misma manera que para los materiales, se procede a establecer el estándar por costo de mano de obra para la producción de una tonelada métrica de arcilla.

Cuadro 105. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra

COSTO ESTANDAR POR CONCEPTO DE MANO DE OBRA PARA UNA TONELADA DE ARCILLA			
CLASIFICACION	ESTANDAR DE CANTIDAD	ESTANDAR DE SALARIO	COSTO
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	1.28 HMH	\$6147,17	\$7868,37
COSTO DE MANO DE OBRA POR SUPERVISIÓN	0,16HMH por Supervisión	\$6062,65	\$970,24
COSTO ESTANDAR POR MANO DE OBRA			\$8838,72

Fuente: La Autora

9.3.2 Estándar de Costos Indirectos de Fabricación. Para la fijación de este estándar se utilizaron los reportes del Departamento de Contabilidad a Diciembre 31 de 2004, en donde se identificaron los rubros más importantes durante el año para la Planta de Arcilla.

9.3.2.1 Estándar de Precio. A continuación se presenta el procedimiento utilizado para la determinación del estándar de precio de carga fabril ó tasa estándar, para su determinación se necesitó definir dos presupuestos:

1. Presupuesto de nivel de operación
2. Presupuesto de costos indirectos de fabricación.

1. Para el presupuesto de Costos Indirectos de Fabricación en la Planta se utilizó los reportes de Contabilidad incurridos en el 2004, sobre los cuales se hizo una proyección, aplicando en este caso un incremento igual al IPC.

A continuación se presentan los resultados obtenidos.

2. Presupuesto del nivel de operación estándar: El nivel de operación utilizado para la determinación de la tasa predeterminada corresponderá a las horas de mano de

obra directa , pues de acuerdo a la observación y análisis del proceso en la Planta de Arcilla incide en la operación de los diferentes equipos, además estos tienen que velar para que las operaciones y variables estén acordes a los parámetros establecidos.

El nivel de operación presupuestado de acuerdo a lo reportado por el Departamento De Ingeniería es del 85% del total de horas disponibles al año.

De acuerdo a lo anterior se tiene entonces que para la Planta de Arcilla el total de horas disponibles en el año son:

Total de horas anuales = 16 horas/día*365 días

En este caso un día de trabajo corresponde a 16 días respectivamente.

Total de horas anuales = 5840

Por tanto el nivel de operación presupuestado para la planta corresponde a:

N.O.P= Total horas anuales*85%

N.O.P=5840 horas/año*85%

N.O.P= 4964 horas/año

Por tanto el estándar de precio o tasa predeterminada corresponderá a:

Tasa predeterminada= CIF presupuestados/N.O.P

Tasa predeterminada = \$105.866.447,83/4964 horas

Tasa predeterminada = \$21326,84/horas de mano de obra

9.3.2.2 Estándar de Cantidad. En este caso la cantidad de carga fabril corresponde a la definida para el segundo elemento fundamental del costo de producción: Estándar de mano de obra (horas estándar). Es decir que el estándar de cantidad por concepto de carga fabril para la Planta de Arcilla corresponde a: 1.44 Horas Hombre / TM.

Cuadro 106. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación

COSTO ESTANDAR COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION PARA UNA TONELADA DE ARCILLA	
TASA PREDETERMINADA O PRECIO	CANTIDAD ESTANDAR
\$21326,84/HORAS DE MANO DE OBRA	1.44
COSTO ESTANDAR	\$30.710,64

Fuente: La Autora

Una vez establecidos los estándares para cada uno de los elementos fundamentales del costo se presenta entonces la hoja de costos estándar, con esta información se procederá al análisis de las variaciones más importantes.

Cuadro 107. Hoja de Costos Estándar Para Una Tonelada Métrica de Arcilla

HOJA DE COSTOS ESTANDAR PARA UNA TONELADA MÉTRICA DE ARCILLA	
MATERIALES	\$16595,97
MANO DE OBRA	\$8838,72
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	\$30710,64
COSTO ESTANDAR	\$56509,33

Fuente: La Autora

De acuerdo a lo anterior se tiene que para producir una tonelada de arcilla la empresa incurre en un costo de producción de \$48.659.89/TM

9.3.3 Plantas de Tratamiento de Aguas. De la misma manera que para la Planta de Arcilla, se calcularon y establecieron los estándares para cada uno de los elementos fundamentales del costo.

9.3.3.1 Fijación del Estándar de Material. Para la fijación del estándar de Material se utilizó la información contenida en los manuales de la planta, el balance hídrico: asimismo se realizaron visitas de campo y entrevistas a los operarios para analizar el proceso productivo.

9.3.3.2 Estándar de Cantidad de Material Usado. En el capítulo siete se definieron cada uno de los materiales involucrados en el tratamiento de Aguas. El estándar de material para los químicos, lubricantes y energía se determinaran de manera similar a los cálculos efectuados en la Planta de Arcilla.

A continuación se detallan los cálculos desarrollados para la determinación de este estándar.

9.3.3.2.1 Materia Prima. De acuerdo a lo señalado en el capítulo 4, la empresa posee dos fuentes de captación de agua, la primera ubicada a orillas de la Ciénaga San Silvestre y la segunda ubicada en los predios del Colegio Ferticol denominada Pozo la Casajera.

Para establecer la cantidad que se requiere succionar para producir un galón de agua tratada, se utilizó la información contenida en el Balance Hídrico de la Empresa Ver anexo siete, de acuerdo a lo anterior se obtiene:

9.3.3.2.1.1 Sección 101: Para establecer la cantidad de agua de Cienaga que se requiere se utilizarán las siguientes conversiones de unidades:

Cuadro108. Unidades de Conversión de Volumen

UNIDAD	EQUIVALENCIA
1 Metro Cúbico	264,1721 Galones
1 Litro	0,01 Metros Cúbicos

Fuente: Dirección de Ingeniería

a. Agua Clarificada: De acuerdo al Balance Hídrico se establece que para obtener en el tratamiento de Clarificación 47.5 m^3 se requieren de 50 m^3 de agua cruda, realizando las respectivas conversiones a galones, pues esta es la unidad de costeo para el tratamiento de aguas se obtiene:

Cuadro 109. Determinación de la Cantidad de Agua Cruda Requerida

CANTIDAD DE AGUA CRUDA	TRATAMIENTO
$50 \text{ m}^3 * 264,1721$ Galones/ m^3	$47,5 \text{ m}^3 * 264,1721$ Galones/ m^3
13208,06 Galones	12548,17 Galones

Fuente: La Autora

$$\text{Cantidad de Agua Cruda} = \frac{13208,06 \text{ Galones de Agua Cruda} * 1 \text{ Galón de Agua Clarificada}}{12548,17 \text{ Galones de Agua Clarificada}}$$

Estándar de Agua Cruda = 1,052 Galones de Agua Cruda/Galones de Agua Clarificada

Por tanto, para producir 1 Galón de Agua Clarificada se requiere de 1,052 Galones de Agua Cruda.

b. Agua Potable. De igual forma que para el agua clarificada se utilizará el Balance Hídrico para la determinación del estándar de material usado. De acuerdo con la información allí contenida y a lo indicado por la Dirección de Ingeniería la cantidad de agua que llega a la Planta de Tratamiento es la misma que se obtiene al realizar la potabilización, esto se debe a que la distancia entre el pozo y la planta es menor comparada con la de la bomba de la Ciénaga San silvestre; asimismo las pérdidas por fugas, presión u obstrucciones y las características del proceso hacen que las pérdidas del agua sean mínimas por lo que se puede asumir que para la producción de un galón de agua potable se requiere de un galón de agua de pozo.

Estándar de Agua de Pozo = 1Galón de Agua de Pozo /Galones de Agua Potable

9.3.3.2.1.2 SECCIÓN 103. De acuerdo a lo indicado en el capítulo tres en esta sección se realizan dos tratamientos de aguas, los cuales corresponden a: desmineralización y suavización.

Para la determinación del estándar por concepto de materia prima se utilizó la información suministrada por el Jefe de Plantas, los operadores y las Direcciones de Producción e Ingeniería.

a. Agua Suavizada: Dadas las características del tratamiento y de acuerdo a la experiencia del personal que labora en la planta, se tiene que para obtener un galón de agua suavizada se requiere de un galón de agua clarificada. En este caso las pérdidas durante el proceso son mínimas por esto se asume la condición anteriormente citada.

Estándar de Agua Suavizada = 1Galón de Agua Clarificada /Galones de Agua Suavizada

b. Agua Desmineralizada: De igual forma que para el caso anterior dadas las

características del tratamiento y de acuerdo a la experiencia de los operarios se asume que para obtener un galón de agua desmineralizada se requiere de un galón de agua clarificada.

Estándar de Agua Desmineralizada = 1 Galón de Agua de Pozo /Galones de Agua Desmineralizada

9.3.3.2.2 Energía Eléctrica. Para la determinación del Estándar por concepto de Energía Eléctrica, se utilizaron los reportes de producción y consumo entregados por la Dirección de Producción al Departamento de Contabilidad, a continuación se presenta el consumo de energía en cada una de las plantas de tratamiento.

a. SECCION 101: De la misma forma que para la materia prima se analizará el consumo de energía para cada tratamiento.

Cuadro 110. Consumo de Energía Sección 101

MES	AGUA CLARIFICADA KWH	AGUA POTABLE KWH
ENERO	12000	1000
FEBRERO	13500	1000
MARZO	12000	1000
ABRIL	12000	1000
MAYO	12000	1000
JUNIO	12000	1000
JULIO	12000	3200
AGOSTO	12500	1000
SEPTIEMBRE	12000	1200
OCTUBRE	12000	1000
NOVIEMBRE	11500	6000
DICIEMBRE	11500	1000
PROMEDIO	12083,33	1616,66

Fuente: Dirección de Producción

Para determinar el estándar por concepto de Energía Eléctrica, tanto para el agua potable como clarificada se requiere conocer el promedio de tratamiento de cada

clase de agua, de acuerdo con la información recopilada en la Dirección de Producción se tiene:

Cuadro 111. Agua Tratada Sección 101

MES	CLARIFICADA GALONES	POTABLE GALONES
ENERO	4954841	2044908
FEBRERO	5162410	1839096
MARZO	5647162	2046985
ABRIL	4858638	1865516
MAYO	4254988	1059442
JUNIO	3433908	2044908
JULIO	2619245	1865516
AGOSTO	4309669	2094906
SEPTIEMBRE	2713818	2046895
OCTUBRE	2080603	2046895
NOVIEMBRE	2424288	2046895
DICIEMBRE	7127307	2046895
PROMEDIO	4132239,75	1920738,08

Fuente: Dirección de Producción

1. Agua Clarificada: Para esta clase de agua el estándar por concepto de energía corresponde a :

Cantidad de Energía requerida = 1 Galón/hora*12083,33 KWH/4132239,75 Galones

Cantidad de Energía requerida Agua Clarificada = 0,00292 KWH

b. Agua Potable: De la misma forma para tratar un galón de agua potable se requiere de:

Cantidad de Energía requerida = 1 Galón/hora*1616,66 KWH/1920730,08 galones de agua potable

Cantidad de Energía requerida Agua Potable = 0,000841 KWH

2. SECCION 103: De igual forma que para la sección 101 se utilizarán los reportes de producción y consumo que son entregados mensualmente a la Dirección de Producción, de acuerdo a esta información se tiene:

Cuadro 112. Consumo de Energía Sección 103

MES	AGUA SUAVIZADA KWH	AGUA DESMINERALIZADA KWH
ENERO	3520	39500
FEBRERO	2148	40500
MARZO	1000	38300
ABRIL	4300	34000
MAYO	4300	38240
JUNIO	3000	39900
JULIO	3000	53380
AGOSTO	3000	53800
SEPTIEMBRE	3000	52000
OCTUBRE	3000	65352
NOVIEMBRE	2000	55300
DICIEMBRE	3000	54480
PROMEDIO	2939	47062,6667

Fuente: Dirección de Producción

El procedimiento utilizado para la determinación de este estándar es el mismo que para el agua clarificada, en el cuadro se presenta la cantidad de agua tratada durante el 2004.

Cuadro 113. Agua Tratada Sección 103

MES	AGUA SUAVIZADA GALONES	AGUA DESMINERALIZADA GALONES
ENERO	17437	1700391
FEBRERO	64993	1839096
MARZO	89062	1844380
ABRIL	49141	1865516
MAYO	4758	1781765

JUNIO	17437	1709110
JULIO	11889	1422717
AGOSTO	12682	1701712
SEPTIEMBRE	6341	1590748
OCTUBRE	18230	1724433
NOVIEMBRE	37252	1709110
DICIEMBRE	38256	1631435
PROMEDIO	30623,1667	1710034,42

Fuente: Dirección de Producción

1. Agua Suavizada: Para esta agua la cantidad de energía requerida corresponde a:

Cantidad de Energía requerida = 1 Galón/ hora *2939 KWH/30623,16Galones/h

Cantidad de Energía requerida Agua Suavizada= 0,0959 KWH

2. Agua Desmineralizada: Para esta clase de agua el estándar por energía eléctrica corresponde a:

Cantidad de Energía requerida =1 Galón/hora*47062,66 KWH/1710034,42Galones/h

Cantidad de Energía requerida Desmineralizada = 0,0275 KWH

9.3.3.2.3 Químicos. En el capítulo siete se describieron cada uno de los químicos utilizados en los diferentes tratamientos de Agua.

a. SECCIÓN 101: A continuación se presenta los químicos utilizados para la

clarificación y potabilización del agua respectivamente.

1. Agua Potable: En este tratamiento sólo se requiere de la inyección de cloro para desinfectar el agua proveniente del pozo, de acuerdo con la información suministrada por la Dirección de Producción se tiene por consumo de este químico los siguientes datos:

Cuadro 114. Consumo de Cloro Agua Potable

MES	COLORO CONSUMO KG
ENERO	0
FEBRERO	0
MARZO	0
ABRIL	0
MAYO	10
JUNIO	20
JULIO	20
AGOSTO	20
SEPTIEMBRE	20
OCTUBRE	20
NOVIEMBRE	10
DICIEMBRE	10
PROMEDIO	10,83

FUENTE: Informes de Producción y Consumo

Cantidad Requerida de Cloro = 1 Galón *10,83 KG de Cloro/1920738,08 Galones

Cantidad Requerida de Cloro = 0,000056 KG de Cloro/ Galón de Agua Clarificada

b. Agua Clarificada: De igual forma para esta agua se identificaron los siguientes químicos:

Cuadro 115. Consumo de Químicos Agua Clarificada

MES	HIPOCLORITO DE SODIO CONSUMO KG	SULFATO DE ALUMINIO KILOGRAMOS	NALCO Polyfloc KILOGRAMOS	Klaraid KILOGRAMOS
ENERO	36	800	16	410
FEBRERO	40	550	6	310
MARZO	80	500	4	330
ABRIL	28	775	10	200
MAYO	10	1050	16	113
JUNIO	10	800	10	477
JULIO	0	475	2	360
AGOSTO	0	650	15	500
SEPTIEMBRE	60	600	8	260
OCTUBRE	0	525	14	200
NOVIEMBRE	84	675	16	300
DICIEMBRE	0	950	8	300
PROMEDIO	29	695,83	10,41	313,33

FUENTE: Dirección de Producción

A continuación se presentan los cálculos utilizados para la determinación del estándar para cada químico utilizado en el tratamiento:

Cuadro 116. Estándar para Químicos Sección 101

QUIMICO	DETERMINACION	ESTÁNDAR
HIPOCLORITO DE SODIO	Cantidad de Hipoclorito de Sodio = 1 Galón*29 Libras de Hipoclorito de Sodio /4132239,75 Galones de Agua Clarificada	Cantidad de Hipoclorito de Sodio = 0,0000070 KG de Hipoclorito de Sodio/ Galón de Agua Clarificada
SULFATO DE ALUMINIO	Cantidad de Sulfato de Aluminio =1 Galón* 695,83 Kg de Sulfato de Aluminio/4132239,75 Galones de Agua Clarificada	Cantidad de Sulfato de Aluminio =0,000168 Kg Sulfato de Aluminio/ Galón de Agua Clarificada
NALCO POLYFLOC	NALCO Polyfloc = 10,41 Kg de Nalco Polyfloc/4132239,75 Galones de Agua Clarificada	NALCO Polyfloc = 0,0000025 Kg de Nalco Polyfloc/ Galones de Agua Clarificada

KLARAID	Klaraid = 313,33 Kg de Klaraid/ 4132239,75 Galones de Agua Clarificada	Klaraid = 0,000075 Kg de Klaraid /Galones de Agua Clarificada
----------------	---	--

Fuente: L a Autora

b. Sección 103: De la misma forma que para las plantas de clarificación y potabilización se establecerán los estándares por cada clase de agua, teniendo en cuenta el tipo de químicos utilizados.

1. Agua Suavizada: Como se describió en el capítulo siete para el proceso de regeneración de la unidad Zeolita en el proceso de suavización se requiere de la adición de sal siempre y cuando la dureza una vez realizados los análisis respectivos se encuentre por encima de 16 partes por millón; de acuerdo a lo indicado por el Jefe del Departamento de Servicios Industriales, durante el 2004 no se registraron consumos por este concepto, debido a que la dureza estuvo por debajo del rango establecido (8 partes por millón), mientras esta condición se mantenga no se requiere la adición de sal; de acuerdo a esto para el caso del agua suavizada solo se incluirá por concepto de material la energía.

2. Agua Desmineralizada: En los reportes de Producción y Consumo para el año 2004 se tiene para este tratamiento los siguientes consumos:

Cuadro 117. Consumo de Químicos Agua Desmineralizada

MES	ACIDO SULFÚRICO Kg	SODA CAUSTICA Kg
ENERO	5500	2486
FEBRERO	6000	2712
MARZO	6000	2938
ABRIL	6000	2712
MAYO	6504	2938
JUNIO	6000	2712
JULIO	5000	2260
AGOSTO	6000	2712
SEPTIEMBRE	5500	2486
OCTUBRE	7000	3390

NOVIEMBRE	5500	2486
DICIEMBRE	5000	2260
PROMEDIO	5375,3	2674,3

Fuente: Dirección de Producción

De acuerdo a lo anterior y utilizando el cuadro 113, se tiene:

Cuadro 118. Estándar para Químicos Sección 101

QUIMICO	DETERMINACION	ESTÁNDAR
ACIDO SULFURICO	Cantidad de Ácido Sulfúrico = 1 Galón de agua desmineralizada*5375,3Kg de Ácido Sulfúrico / 17100034,42Galones de Agua Desmineralizada	Cantidad de Acido Sulfúrico = 0,00314 KG de Acido Sulfúrico/galones de agua desmineralizada
SODA CAUSTICA	Cantidad de Soda Cáustica = 1 Galón de agua desmineralizada*2674,3Kg de Soda Cáustica / 17100034,42Galones de Agua Desmineralizada	Cantidad de Soda Cáustica = 0,00156 Kg de Soda Cáustica/galones de agua desmineralizada

Fuente: La Autora

9.3.3.2.4 Lubricantes. Para el caso de las Plantas de Tratamiento de Aguas, aunque se identificó este material no se incluirá en la determinación del estándar debido a que de acuerdo a los reportes de Producción y Consumo mensuales entregados a la Dirección de Producción durante el 2004 el consumo fue mínimo comparado con el de la Planta de Arcilla, además los consumos se reportan de forma general y no de manera específica para cada clase de tratamiento.

9.3.3.3 Estándar de Precio del Material. A continuación se detallan los cálculos requeridos para la determinación del estándar para las plantas de tratamiento de aguas.

9.3.3.3.1 Materia Prima: Para que el agua sin tratar esté disponible en las respectivas plantas de tratamiento es necesario realizar la succión del agua de la Ciénaga san Silvestre y del pozo a través de las bombas instaladas para tal fin.

Como se mencionó en el capítulo tres la empresa cuenta con una estación de bombeo y una bomba de pozo, estas instalaciones requieren de energía eléctrica para su normal funcionamiento; asimismo en la estación de bombeo laboran dos operarios de 12 horas, por tanto el costo del agua cruda corresponderá al costo del personal más el costo de la energía. Para el agua de pozo solo se considera el costo de la energía ya que en este caso el personal de la sección 101 es el encargado de vigilar el funcionamiento del equipo.

1. Costo del Agua Cruda: Para la determinación de este costo se realizarán los cálculos de manera similar que para la planta de Arcilla. Para esto se requiere saber la cantidad bombeada durante el 2004 por las bombas de la Ciénaga San Silvestre. De acuerdo a lo reportado por el Jefe de Servicio Industriales durante el 2004 fueron enviados a la planta de tratamiento: 225470 m³, realizando la conversión utilizando el cuadro :

$$\text{Cantidad Bombeada de la Ciénaga} = \frac{264,1721 \text{ galones} * 225470 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}$$

Cantidad Bombeada de la Ciénaga = 59.562.883.39 Galones/ anuales

La cantidad enviada a la planta de tratamiento mensualmente corresponde a:

Cantidad Bombeada de la Ciénaga = 4.963.573,616 Galones/mensuales

En la Estación de Bombeo durante el 2004 se presentaron los siguientes consumos mensuales por concepto de energía.

Cuadro 119. Consumo de Energía Estación de Bombeo

MES	CIENAGA SAN SILVESTRE KWH
ENERO	104508
FEBRERO	127360

MARZO	117300
ABRIL	110600
MAYO	120100
JUNIO	121100
JULIO	104508
AGOSTO	120000
SEPTIEMBRE	120300
OCTUBRE	124100
NOVIEMBRE	119000
DICIEMBRE	130300
PROMEDIO	108173

Fuente: Dirección de Producción

A continuación se detallan los cálculos efectuados para la determinación del costo de la energía eléctrica para la Estación de Bombeo.

Costo por Consumo de Energía = $\$126,73 \times 108173 \text{KWH} / 4.963.573,616 \text{ Galones}$

Costo por Consumo de Energía = \$2,76/galón

Costo de la Mano de Obra: Para la determinación del costo de la mano de obra se utilizó la información registrada en el Departamento de Contabilidad por concepto de mano de obra, de acuerdo a esto se tiene:

Cuadro 120. Horas Extras y Primas Extralegales Personal Estación de Bombeo

CONCEPTO	COSTO A DICIEMBRE DE 2004	COSTO CON EL IPC
Horas Extras Turno	\$7.504.701,3	\$7.917.459,87
Horas Extras Normal	\$13.166.233,2	\$13.890.376,03
Primas Extralegales	\$11.444.464	\$12.073.909,52

Fuente: Departamento de Contabilidad

Cuadro 121. Valores a Contabilizar en la Mano de Obra

CONCEPTO	COSTO MENSUAL	COSTO DIARIO	COSTO DIARIO ⁴⁸ POR OPERADOR
Horas Extras Turno	\$659.788,32	\$21.992,94	\$10.996,47

⁴⁸ Este dato se obtiene al dividir el costo total diario por el número de operario que laboran en la planta.

Horas Extras Normal	\$1.157.531,34	\$38.584,38	\$19.292,19
Primas Extralegales	\$1.006.159,13	\$33.538,64	\$16.769,32

Fuente: La Autora

Cuadro 122. Costo de la Mano de Obra Planta de Arcilla

CONCEPTO	%	Valor Parcial	Valor Acumulado
VALOR SALARIO DIARIO.			26.964
HORAS EXTRAS POR CONVENCION		19.292,19	
PRIMA DE CONVERSIÓN		16.769,32	
HORAS EXTRAS TURNO		10.996,47	
SALARIO BASE PARA LIQUIDACIÓN			73.751,98
PRESTACIONES SOCIALES			
Cesantías	0,278%	205,03	
Prima de Servicios	0,278%	205,03	
Interés sobre Cesantía	0,033%	24,34	
Dotación	0,133%	98,09	
Vacaciones	0,139%	102,52	
TOTAL PRESTACIONES	0,861%	635,00	
APORTES PARAFISCALES			
Sena	0,067%	49,41	
ICBF	0,100%	73,75	
Subsidio Familiar	0,133%	98,09	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,300%	221,26	
TRANSFERENCIAS			
Fondos de Pensiones	0,375%	276,57	
Salud EPS	0,267%	196,92	
ARP	0,081%	59,74	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,72%	531,01	
COSTO OPERADOR			\$75.139,25

Fuente: La Autora

Para determinar el costo por hora por cada operador se divide el total obtenido entre 12 horas diarias.

De acuerdo a lo anterior se tiene:

Costo por hora por operador = \$75.139,25/12 horas

Costo por hora por operador = \$6261,58/hora

Para determinar el costo por galón bombeado a la planta se requiere conocer el número de horas que operó la Estación de Bombeo, de acuerdo a lo reportado por el Jefe de Servicios Industriales durante el 2004 se laboraron 4564 horas, por tanto se tiene:

Costo por galón = $\frac{\text{Número de horas de bombeo} * \text{Costo de operación}}{\text{Cantidad Bombeada}}$

Costo de Operación = $\frac{4564 \text{ horas} * 6261,58 \$/\text{hora}}{59.562.883,39 \text{ galones}}$

Costo de Operación = \$0,479/galón

Por tanto se tiene que el costo por bombeo a la planta de clarificación corresponde a la sumatoria del costo por concepto de energía, operación más el peso que se le asigna al agua por ser un recurso que se toma de la naturaleza.

Costo del Agua Cruda: \$2,76/ Galón + \$0,479/ Galón + \$1/Galón

Costo del Agua Cruda: \$4.23/Galón

2. Costo del Agua de Pozo: De igual forma que para el agua de la Ciénaga se determina el valor para el costo de la energía que se requiere para bombear el agua hasta las Plantas de Tratamiento⁴⁹. En este caso no se incluye el costo de mano de obra, ya que la supervisión y operación de la bomba es función del operador de la sección 101, por lo tanto el salario será asignado a esta planta.

A continuación se presentan los consumos registrados en la Bomba de Pozo por concepto de energía eléctrica.

Cuadro 123. Consumo de Energía Bomba de Pozo

MES	BOMBA DE POZO KWH
ENERO	34200
FEBRERO	34500
MARZO	38200
ABRIL	30300
MAYO	29791
JUNIO	32300
JULIO	34200
AGOSTO	37200
SEPTIEMBRE	37200
OCTUBRE	35200
NOVIEMBRE	32100
DICIEMBRE	36200
PROMEDIO	34282,58

Fuente: Dirección de Producción

De acuerdo a lo reportado por el Jefe de Servicios Industriales el bombeo total para el año 2004 correspondió a: 43.771.731,93 galones los cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

Costo por Consumo de Energía = $\$126,73/\text{KWH} * 34282,58 \text{ KWH} / 3647644 \text{ Galones}$

Costo por Consumo de Energía = $\$1,19/\text{Galón}$

⁴⁹ La energía eléctrica constituye un rubro representativo e importante para la Compañía.

El costo de un galón enviada desde la Bomba de Pozo a las plantas de tratamiento corresponde a la sumatoria de costo por consumo de energía más el peso que se le asigna al galón de agua por ser un recurso tomado de la naturaleza.

Costo del Galón de Agua de Pozo = \$2,19/Galón

Cuadro 124. Costo de Agua de Pozo Enviada a las Plantas de Agua

TRATAMIENTO	CANTIDAD BOMBEADA (Galones/Año)
Potabilización	23.056.412,54
Desmineralización	20.715.319,39
TOTAL	43.771.731,93

Fuente: Jefe de Servicios Industriales

Por tanto se establece el costo por concepto de Energía Eléctrica de la siguiente manera:

9.3.3.3.2 Energía Eléctrica: De la misma forma que para la Planta de Arcilla, el precio de la energía eléctrica corresponderá al costo de generación de este insumo registrado en la estructura de costos. De acuerdo al cuadro . Costo de la Generación de Energía Eléctrica 2004, se tiene que su valor es de \$126,73/KWH.

Químicos: Para el establecimiento del estándar de precio se recopiló la información en el Departamento de Materiales y Compras, de acuerdo a esto se tiene:

Cuadro 125. Precios de los Químicos Plantas de Tratamiento de Aguas

SECCION	QUIMICO	VALOR/kg
SECCIO N 101	Cloro ó Hipoclorito de Sodio	\$1229,73
	Sulfato de Aluminio	\$740,33
	Nalco Polyfloc	\$9673,59

	Klaraid	\$4705,33
SECCIÓN 103	Soda Cáustica	\$435,60
	Ácido Sulfúrico	\$493,85
	Sal Mareña	\$397,74

Fuente: Departamento de Materiales y Compras

Una vez establecido el estándar por cantidad y precio se procede a calcular el costo estándar por concepto de material usado, para cada tratamiento:

a. Sección 101: Se establece el estándar para el agua potable y clarificada respectivamente:

Cuadro 126. Hoja de Costos Estándar por Materiales para el Agua Potable

HOJA DE COSTOS ESTÁNDAR POR MATERIALES PARA UN GALON DE AGUA POTABLE			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
Agua de Pozo	1 Galón	\$2,19/Galón	\$2.19
Energía Eléctrica	0,000841 KWH	\$126,73/KWH	\$0.106
Cloro	0,0000056 Kg	\$1229,73/Kg	\$0,00688
COSTO ESTÁNDAR POR MATERIALES			\$2,302

Fuente: La Autora

Cuadro 127. Hoja de Costos Estándar por Materiales para el Agua Clarificada

HOJA DE COSTOS ESTÁNDAR POR MATERIALES PARA UN GALON DE AGUA CLARIFICADA			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
Agua Cruda	1,052Galones	\$4.23/Galón	\$4.44
Energía Eléctrica	0,00292 KWH	\$126,73/KWH	\$0,37

Hipoclorito de Sodio	0,0000070 Kg	\$1229,73/Kg	\$0,00086
Sulfato de Aluminio	0,000168 Kg	\$740,33/Kg	\$0,12
Nalco Polyfloc	0,0000025 Kg	\$9673,59/Kg	\$0,024
Klaraid	0,000075 Kg	\$4705,33/Kg	\$0,35
COSTO ESTÁNDAR POR MATERIALES			\$5,30

Fuente: La Autora

Cuadro 128. Hoja de Costos Estándar por Materiales para el Agua Suavizada

HOJA DE COSTOS ESTÁNDAR POR MATERIALES PARA UN GALON DE AGUA SUAVIZADA			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
Agua Clarificada	1 Galón	\$7,993 ⁵⁰	\$7,993
Energía Eléctrica	0,0959 KWH	\$126,73/KWH	\$12,15
COSTO ESTÁNDAR POR MATERIALES			\$20,146

Fuente: La Autora

Cuadro 129. Hoja de Costos Estándar por Materiales para el Agua Desmineralizada

HOJA DE COSTOS ESTÁNDAR POR MATERIALES PARA UN GALON DE AGUA DESMINERALIZADA			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO	COSTO
Agua de pozo	1 Galón	\$2,19/Galón	\$2.19
Energía Eléctrica	0,0275 KWH	\$126,73/KWH	\$3.48
Ácido Sulfúrico	0,00314 Kg	\$493,85/Kg	\$1.55
Soda Cáustica	0,00156 Kg	\$435,60/Kg	\$0.679
COSTO ESTÁNDAR POR MATERIALES			\$7.899

Fuente: La Autora

⁵⁰ Este valor corresponde al estándar determinado para el tratamiento de agua clarificada.

9.3.3.4 Fijación del Estándar de Mano de Obra. A continuación se presentan los cálculos efectuados para la determinación del estándar de mano de obra, para las Plantas de Tratamiento de Agua.

9.3.3.4.1 Estándar de Tiempo o Cantidad de Mano de Obra. Este estándar se determinó utilizando la información contenida en los manuales de las plantas; asimismo fue de gran importancia las visitas de campo y la información suministrada por las Direcciones de Producción e Ingeniería.

Para la Fijación de este estándar se utilizaron las horas de operación anuales de cada planta, de acuerdo a esto se tiene:

Cuadro 130. Horas de Operación Plantas de Tratamiento de Agua

TRATAMIENTO	HORAS DE OPERACIÓN
Clarificación	3826
Potabilización	8640
Desmineralización	7319
Suavización	231
TOTAL	20.016

Fuente: Jefe de Servicios Industriales

De acuerdo a lo anterior se establece el estándar para la cantidad de mano de obra:

1. Sección 101: Se establece el estándar para cada uno de los tratamientos desarrollados en esta planta.

a. Potabilización del Agua. A continuación se detalla el procedimiento para el cálculo de este estándar:

De acuerdo al cuadro 111 se tiene que durante el 2004 se trataron 1.920.738,08 Galones mensuales, los cuales se obtiene a partir de 720 horas mensuales⁵¹.

⁵¹ Este valor se obtuvo al dividir el total de horas anuales entre 12 meses del cuadro 130.

Por tanto los galones de agua potable producidos en una hora corresponden a:

Galones Tratados = 1.920.738,08 Galones mensuales/720 horas mensuales

Galones Tratados = 2267,69 galones de agua potable/hora

Horas Hombre requeridas = 1 Galón de Agua Clarificada*1 hora/2667,69 Galones de Agua Clarificada

Horas Hombre requeridas = 0,00037/Galón de Agua Clarificada

Adicionalmente de la misma manera que para la Planta de Arcilla se le adicionará el estándar por concepto de supervisión, teniendo para este caso el siguiente resultado:

Horas de supervisión = 1 Galón de Agua Potable*24 horas/ 64024,606 galones

Horas de Supervisión = 0,000375 Horas/Galón de Agua Potable

Por tanto el estándar de cantidad por mano de obra para el agua potable corresponde a la sumatoria de la mano de obra más el estándar por supervisión, realizando esta operación se tiene:

Estándar de cantidad = 0,000745 horas de mano de obra / galón de agua potable

b. Clarificación del Agua. De la misma forma que para el agua clarificada se utilizaron las horas trabajadas en la planta para la determinación del estándar de mano de obra, de acuerdo al cuadro 111 para esta clase de agua se trataron en

promedio 4.132.239,75 Galones mensuales, estos se obtienen a partir de 318,83 horas mensuales(para su cálculo se utilizó el cuadro 130)

Se tiene entonces que los galones de agua potable producidos en una hora corresponden a:

Galones Tratados = $4.132.239,75 \text{ Galones mensuales} / 318,83 \text{ horas mensuales}$

Galones Tratados = 12960,63 galones de agua potable/hora

Horas Hombre requeridas = $1 \text{ Galón de Agua Potable} * 1 \text{ hora} / 12960,63 \text{ Galones de Agua Potable}$

Horas Hombre requeridas = 0,0000771/Galón de Agua Potable

El estándar por concepto de supervisión, para este caso corresponde:

Horas de supervisión = $1 \text{ Galón de Agua Clarificada} * 24 \text{ horas} / 137741,32 \text{ galones}$

Horas de Supervisión = 0,000174 Horas/Galón de Agua Clarificada

Por tanto el estándar de cantidad por mano de obra para el agua clarificada corresponde a la sumatoria de la mano de obra más el estándar por supervisión, realizando esta operación se tiene:

Estándar de cantidad = 0,00025 horas de mano de obra / galón de agua clarificada

2. Sección 103: A continuación se establece el estándar por concepto de horas requerida para el tratamiento tanto para el agua desmineralizada como suavizada.

a. Desmineralización del Agua: Para este caso se utilizará el cuadro 113 se establece que el tratamiento promedio en esta planta correspondió a 1.710.034,42 galones, de acuerdo al cuadro 130 se tiene que para obtener esta cantidad de agua se requieren de 609,91 horas.

Galones Tratados = 1.710.034,42 Galones mensuales/609,91 horas mensuales

Galones Tratados = 2803,74 galones de agua desmineralizada/hora

Horas Hombre requeridas = 1 Galón de Agua Potable*1 hora/2803,74 Galones de Agua Desmineralizada

Horas Hombre requeridas = 0,000356/Galón de Agua Desmineralizada

A continuación se establece el estándar por concepto de supervisión, para este caso corresponde:

Horas de supervisión = 1 Galón de Agua Desmineralizada*24 horas/57001,14galones

Horas de Supervisión = 0,0000175 Horas/Galón de Agua Desmineralizada

Por tanto el estándar de cantidad por mano de obra para el agua desmineralizada corresponde a la sumatoria de la mano de obra más el estándar por supervisión, realizando esta operación se tiene:

Estándar de cantidad = 0,00037 horas de mano de obra / galón de agua desmineralizada

b. Suavización del Agua. De igual forma utilizando el cuadro 113 se tiene que se trataron 30623,16 galones de agua suavizada requiriéndose de 19,25 horas.

Galones Tratados = 30623,16 Galones mensuales / 19,25 horas mensuales

Galones Tratados = 1590,81 galones de agua desmineralizada/hora

Horas Hombre requeridas = 1 Galón de Agua Suavizada * 1 hora / 2803,74 Galones de Agua Suavizada

Horas Hombre requeridas = 0,0068 / Galón de Agua Suavizada

A continuación se establece el estándar por concepto de supervisión, para el agua suavizada corresponde a:

Horas de supervisión = 1 Galón de Agua Suavizada * 24 horas / 1020,77 galones

Horas de Supervisión = 0,00097 Horas / Galón de Agua Suavizada

Por tanto el estándar de cantidad por mano de obra para el agua suavizada corresponde a la sumatoria de la mano de obra más el estándar por supervisión, realizando esta operación se tiene:

Estándar de cantidad = 0,00777 horas de mano de obra / galón de agua suavizada

9.3.3.4.2 Estándar de Precio o Salario. De acuerdo al capítulo tres, estas plantas de tratamiento de agua constan de:

1. Bomba de pozo.
2. Estación de Bombeo.
3. Sección 101: Planta de Clarificación y Potabilización del Agua.
4. Sección 103: Planta de Desmineralización y Suavización del Agua.
5. Dos Torres o lotes de Enfriamiento.

El personal encargado de garantizar el funcionamiento de la bomba de pozo y de las torres de enfriamiento son los operadores de la sección 101.⁵²

A continuación se relaciona la cantidad de personal que labora en cada sección, indicando su salario y escalafón.

Cuadro 131. Operarios de la Sección 101

SECCIÓN	CANTIDAD	ESCALAFON	H/H	DIA	MENSUAL	TOTAL
Estación de Bombeo.	2	Asistente Operador	\$3.370,5	\$26.964	\$808.920	\$2.426.760
Sección 101	4	Asistente Operador	\$3.370,5	\$26.964	\$808.920	\$2.426.760
Sección 103	3	Operador Mayor	\$3.627,75	\$29.002	\$870.660	\$2.611.980
	1	Asistente Operador	\$3.370,5	\$26.964	\$808.920	\$808.920

Fuente: Departamento de Nómina

Para la determinación del estándar de salario se utilizó el salario base de cada operario, de igual forma que para la planta de arcilla se requiere incluir las horas extras por convención y la prima de conversión por constituir salario, se utilizaron los reportes suministrados por el Departamento de Contabilidad por este concepto para las plantas de agua. Teniendo en cuenta que esta información es global para

⁵² Los operadores de la Planta de Potabilización y Clarificación revisan y controlan las variables de procesos de las torres de enfriamiento durante dos horas en cada turno. La bomba de pozo sólo se inspecciona durante veinte minutos por el operador que se encuentra el turno de 6 a.m. a 2 p.m.

cada sección se estableció un porcentaje de distribución de acuerdo al número trabajadas durante el año para cada sección.

1. Sección 101: A continuación se presentan los cálculos establecidos para la determinación del estándar por concepto de mano de obra para el agua potable y clarificada.

Cuadro 132. Porcentaje de Distribución para la Sección 101 para el Costo de Mano de Obra

TRATAMIENTO	HORAS DE OPERACIÓN	% DE DISTRIBUCIÓN
Clarificación	3826	31%
Potabilización	8640	69%
TOTAL	12466	100%

Fuente: La Autora

Utilizando los porcentajes obtenidos en el cuadro 132 se tiene.

Cuadro 133. Horas Extras y Primas Extralegales Personal Planta de Tratamiento de Agua

CONCEPTO	COSTO A DICIEMBRE DE 2004	COSTO CON EL IPC
Horas Extras Turno	\$10.006.268,40	\$10.556.613,16
Horas Extras Normal	\$17.554.977,60	\$18.520.501,37
Primas Extralegales	\$15.259.286,40	\$16.098.547

Fuente: Departamento de Contabilidad

Lo porcentajes de distribución se establece con el propósito de establecer la cantidad por concepto de horas extras, prima de conversión y horas extras por convención se debe asignar a cada tratamiento.

Cuadro 134. Valores a Contabilizar en la Mano de Obra

CONCEPTO	COSTO MENSUAL	COSTO DIARIO	COSTO DIARIO POR OPERADOR
Horas Extras Turno	\$879.717,76	\$29.323,92	\$7330,98
Horas Extras Normal	\$617.350,05	\$20.570,33	\$5142,58
Primas Extralegales	\$1.341.545,58	\$44.718,18	\$11.795,45

Fuente: La Autora

Cuadro 135. Costo de la Mano de Obra Planta de Arcilla

CONCEPTO	%	Valor Parcial	Valor Acumulado
VALOR SALARIO DIARIO.			26964
HORAS EXTRAS POR CONVENCION		5142,58	
PRIMA DE CONVERSION		11.795,45	
HORAS EXTRAS TURNO		7330,98	
SALARIO BASE PARA LIQUIDACION			
PRESTACIONES SOCIALES			
Cesantías	0,278%	141,68	
Prima de Servicios	0,278%	141,68	
Interés sobre Cesantía	0,033%	16,82	
Dotación	0,133%	67,78	
Vacaciones	0,139%	70,84	
TOTAL PRESTACIONES	0,861%	438,79	
APORTES PARAFISCALES			
Sena	0,067%	34,15	
ICBF	0,100%	50,96	
Subsidio Familiar	0,133%	67,78	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,300%	152,89	
TRANSFERENCIAS			
Fondos de Pensiones	0,375%	191,11	
Salud EPS	0,267%	136,07	
ARP	0,081%	41,28	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,72%	366,93	
COSTO OPERADOR			51.921,62

Fuente: La Autora

Utilizando el cuadro 132, se tiene que:

Costo Total Sección 101 = Costo Diario por Operador * Número de Operarios

Costo Total Sección 101= \$51921,62/Día*4 operarios

Costo Total Sección 101 = \$207686,48/Día *operario

A continuación se presenta la distribución de este costo para cada tratamiento:

Cuadro 136. Costo por Mano de Obra

TRATAMIENTO	% DE DISTRIBUCION	COSTO DIA POR OPERARIOS	COSTO POR HORA POR OPERARIOS
Clarificación	31%	\$64382,80	\$2682,61
Potabilización	69%	\$143303,67	\$5970,98

Fuente: La Autora

A este costo se le debe sumar el costo por supervisión teniendo en cuenta que es un modelo de costos por procesos, este valor es el mismo obtenido en la planta de arcilla el cual corresponde a \$6062,65/hora.

Cuadro 137. Costo por Mano de Obra Incluyendo Supervisión

TRATAMIENTO	COSTO POR HORA POR OPERARIOS
Clarificación	\$8745,26
Potabilización	\$12033,63

Fuente: La Autora

1. Sección 103: De la misma manera que para las plantas de clarificación y potabilización se presentan los cálculos establecidos para la determinación del estándar por concepto de mano de obra para el agua desmineralizada y suavizada.

Cuadro 138. Porcentaje de Distribución para la Sección 103 para el Costo de Mano de Obra

TRATAMIENTO	HORAS DE OPERACIÓN	% DE DISTRIBUCIÓN
Desmineralización	7319	96,94
Suavización	231	3,06
TOTAL	7550	100

Fuente: La Autora

Los valores para el cálculo de las horas extra y prima de conversión son los mismos que los establecidos en el cuadro 121 respectivamente; asimismo se obtuvo el promedio salarial diario por operario debido a que en esta existe diferencia en la

clasificación del personal, esto implica entonces diferencia en el salario base.

De acuerdo a lo anterior se establece que el promedio para el salario base es:

Promedio salario Base: Salario Día Asistente Operador + Salario Base Operador Mayor/2

Promedio Salario Base: \$26.964/día + \$29.002/día

Promedio Salario Base: \$55.966/día/2

Promedio Salario Base : \$27983/Día

Cuadro 139. Valores a Contabilizar en la Mano de Obra

CONCEPTO	COSTO MENSUAL	COSTO DIARIO	COSTO DIARIO ⁵³ POR OPERADOR
Horas Extras Turno	\$659.788,32	\$21.992,94	\$5498,23
Horas Extras Normal	\$1.157.531,34	\$38.584,38	\$9646,09
Primas Extralegales	\$1.006.159,13	\$33.538,64	\$8384,66

Fuente: La Autora

Cuadro 140. Costo de la Mano de Obra Planta de Arcilla

CONCEPTO	%	Valor Parcial	Valor Acumulado
VALOR SALARIO DIARIO.			27983
HORAS EXTRAS POR CONVENCION		9646,09	
PRIMA DE CONVERSION		8384,66	
HORAS EXTRAS TURNO		5498,23	
SALARIO BASE PARA LIQUIDACION			51511,98
PRESTACIONES SOCIALES			
Cesantías	0,278%	143,20	
Prima de Servicios	0,278%	143,20	

⁵³ Este dato se obtiene al dividir el costo total diario por el número de operarios que laboran en la planta.

Interés sobre Cesantía	0,033%	17,00	
Dotación	0,133%	68,51	
Vacaciones	0,139%	71,60	
TOTAL PRESTACIONES	0,861%	443,52	
APORTES PARAFISCALES			
Sena	0,067%	34,51	
ICBF	0,100%	51,51	
Subsidio Familiar	0,133%	68,51	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,300%	154,54	
TRANSFERENCIAS			
Fondos de Pensiones	0,375%	193,17	
Salud EPS	0,267%	137,54	
ARP	0,081%	41,72	
TOTAL APORTES PARAFISCALES	0,72%	370,89	
COSTO OPERADOR			52.480,92

Fuente: La Autora

De la misma forma que para la Planta de Arcilla, se incluirá el costo por supervisión en la planta, este corresponde al valor obtenido para esta planta, debido a que los supervisores de las plantas de tratamiento de agua tienen el mismo escalafón que la de Arcilla, este valor corresponde a: \$6062,65/hora.

Costo Total Sección 103 = Costo Diario por Operador * Número de Operarios

Costo Total Sección 103= \$52.480,92/Día*3 operarios

Costo Total Sección 103 = \$17.493,64/Día *operario

A continuación se presenta la distribución de este costo para cada tratamiento:

Cuadro 141. Costo por Mano de Obra

TRATAMIENTO	% DE DISTRIBUCION	COSTO DIA POR OPERARIOS	COSTO POR HORA POR OPERARIOS
Desmineralización	96,94	\$16958,33	\$706,59
Suavización	3,06	\$535,30	\$22,30

Fuente: La Autora

A continuación se presenta el estándar por supervisión.

Cuadro 142. Costo por Mano de Obra Incluyendo Supervisión

TRATAMIENTO	COSTO POR HORA POR OPERARIOS
Suavización	\$6084,95
Desmineralización	\$6769,24

Fuente: La Autora

Sección 101: A continuación se presenta el estándar por concepto de mano de obra para la clarificación y potabilización respectivamente.

Cuadro 143. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra Agua Clarificada

COSTO ESTANDAR POR CONCEPTO DE MANO DE OBRA PARA UN GALON DE AGUA CLARIFICADA			
CLASIFICACION	ESTANDAR DE CANTIDAD	ESTANDAR DE SALARIO	COSTO
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	0,00025 horas de mano de obra	\$8745,26/mano de obra	\$2.186
COSTO ESTANDAR POR MANO DE OBRA			\$2.186

Fuente: La Autora

Cuadro 144. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra Agua Potable

COSTO ESTANDAR POR CONCEPTO DE MANO DE OBRA PARA UN GALON DE AGUA POTABLE			
CLASIFICACION	ESTANDAR DE CANTIDAD	ESTANDAR DE SALARIO	COSTO
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	0,000745 horas de manos	\$12033,63/Mano de Obra	\$8,97
COSTO ESTANDAR POR MANO DE OBRA			\$8,97

Fuente: La Autora

Sección 103: A continuación se presenta el estándar por concepto de mano de obra para las plantas de suavización y desmineralización respectivamente.

Cuadro 145. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra Agua Suavizada

COSTO ESTANDAR POR CONCEPTO DE MANO DE OBRA PARA UN GALON DE AGUA SUAVIZADA			
CLASIFICACION	ESTANDAR DE CANTIDAD	ESTANDAR DE SALARIO	COSTO
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	0,00777 horas de mano de obra	\$6084,95	\$47,28
COSTO ESTANDAR POR MANO DE OBRA			\$47,28

Fuente: La Autora

Cuadro 146. Hoja de Costos Estándar por Mano de Obra Agua Desmineralizada

COSTO ESTANDAR POR CONCEPTO DE MANO DE OBRA PARA UN GALON DE AGUA DESMINERALIZADA			
CLASIFICACION	ESTANDAR DE CANTIDAD	ESTANDAR DE SALARIO	COSTO
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA	0,00037 horas de mano de obra	\$6769,24	\$2,50
COSTO ESTANDAR POR MANO DE OBRA			\$2,50

Fuente: La Autora

9.3.4 Estándar de Costos Indirectos de Fabricación. Para la fijación de este estándar se utilizaron los reportes del Departamento de Contabilidad a Diciembre 31 de 2004, en donde se identificaron los rubros más importantes durante el año para la Plantas de Tratamiento de Aguas.

9.3.4.1 Estándar de Precio. A continuación se presenta el procedimiento utilizado para la determinación del estándar de precio de carga fabril ó tasa estándar, para su determinación se necesitó definir dos presupuestos:

3. Presupuesto de nivel de operación
4. Presupuesto de costos indirectos de fabricación.

1. Para el presupuesto de Costos Indirectos de Fabricación en la Planta se utilizó los reportes de Contabilidad incurridos en el 2004, sobre los cuales se hizo una

proyección, aplicando en este caso un incremento igual al IPC. Los resultados obtenidos se pueden observar en el anexo número nueve.

2. Presupuesto del nivel de operación estándar: El nivel de operación utilizado para la determinación de la tasa predeterminada corresponderá a las horas de mano de obra directa, pues de acuerdo a la observación y análisis del proceso en la Planta de Tratamiento de Aguas incide en la operación de los diferentes equipos, además estos tienen que velar para que las operaciones y variables estén acordes a los parámetros establecidos.

El nivel de operación presupuestado de acuerdo a lo reportado por el Departamento De Ingeniería es del 90% del total de horas disponibles al año para todas las plantas de tratamiento de agua. Para este caso, teniendo en cuenta que estas plantas se laboran las 24 horas del día durante todo el año se tiene:

Número de Horas Disponibles = 24 horas/día*365 días
Número de Horas Disponibles =8760 horas

N.O.P= 8760 horas/año*90%

N.O.P= 7884 horas/año

Para la distribución de los costos indirectos de fabricación para cada tratamiento se hace necesario establecer un porcentaje de distribución el cual se establece a partir del número laboradas en el año 2004.

Por tanto el estándar de precio o tasa predeterminada corresponderá a:

Cuadro 147. Tasa Predeterminada para los Costos Indirectos de Fabricación

TRATAMIENTO	TASA PREDETERMINADA
Clarificación	\$2.028,35
Potabilización	\$4.581,04
Desmineralización	\$3.880,51
Suavización	\$124,18

La Autora

9.3.4.2 Estándar de Cantidad. En este caso la cantidad de carga fabril corresponde a la definida para el segundo elemento fundamental del costo de producción: Estándar de mano de obra (horas estándar). Es decir que el estándar de cantidad por concepto de carga fabril para cada planta de tratamiento corresponde a:

Cuadro 148. Tasa Predeterminada para los Costos Indirectos de Fabricación

TRATAMIENTO	ESTANDAR DE CANTIDAD
Clarificación	0,00025 horas de mano de obra
Potabilización	0,000745 horas de mano de obra
Desmineralización	0,00037 horas de mano de obra
Suavización	0,00777 horas de mano de obra

La Autora

1. Sección 101: A continuación se establece el estándar por costos indirectos de fabricación para cada clase de agua clarificada y potable.

Cuadro 149. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación Agua Clarificada

COSTO ESTANDAR COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION PARA UN GALON DE AGUA CLARIFICADA	
TASA PREDETERMINADA O PRECIO	CANTIDAD ESTANDAR
\$2.028,35/HORAS DE MANO DE OBRA	0,00025
COSTO ESTANDAR	\$0,507

Fuente: La Autora

Cuadro 150. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación Agua Potable

COSTO ESTANDAR COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION PARA UN GALON DE AGUA POTABLE	
TASA PREDETERMINADA O PRECIO	CANTIDAD ESTANDAR
\$4.581,04/HORAS DE MANO DE OBRA	0,000745 horas de mano de obra
COSTO ESTANDAR	\$3,41

Fuente: La Autora

2. Sección 103: A continuación se establece el estándar por concepto de costos indirectos de fabricación para los tratamientos de desmineralización y suavización del agua.

Cuadro 151. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación Agua Desmineralizada

COSTO ESTANDAR COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION PARA UN GALON DE AGUA DESMINERALIZADA	
TASA PREDETERMINADA O PRECIO	CANTIDAD ESTANDAR
\$3.880,51/HORAS DE MANO DE OBRA	0,00025
COSTO ESTANDAR	\$0.97

Fuente: La Autora

Cuadro 152. Hoja de Costos Estándar por Costos Indirectos de Fabricación Agua Suavizada

COSTO ESTANDAR COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION PARA UN GALON DE AGUAS UAVIZADA	
TASA PREDETERMINADA O PRECIO	CANTIDAD ESTANDAR
\$124,18/HORAS DE MANO DE OBRA	0,00777 horas de mano de obra
COSTO ESTANDAR	\$9.64

Fuente: La Autora

Una vez establecidos lo estándares para cada elemento fundamental del costo se establece el estándar para cada tratamiento, de acuerdo a esto se tiene:

1. Sección 101: A continuación se presentan los costos estándares para el agua

clarificada y potable.

Cuadro 153. Hoja de Costos Estándar Para un Galón de Agua Clarificada

HOJA DE COSTOS ESTANDAR PARA UN GALON DE AGUA CLARIFICADA	
MATERIALES	\$5,30
MANO DE OBRA	\$2.186
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	\$0,507
COSTO ESTANDAR	\$7,993

Fuente: La Autora

Cuadro 154. Hoja de Costos Estándar Para un Galón de Agua Potable

HOJA DE COSTOS ESTANDAR PARA UN GALON DE AGUA POTABLE	
MATERIALES	\$2,302
MANO DE OBRA	\$8,97
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	\$3,41
COSTO ESTANDAR	\$14,682

Fuente: La Autora

2. Sección 103: A continuación se establece el costo estándar para las aguas desmineralizada y suavizada respectivamente.

Cuadro 155. Hoja de Costos Estándar Para un Galón de Agua Suavizada

HOJA DE COSTOS ESTANDAR PARA UN GALON DE AGUA SUAVIZADA	
MATERIALES	\$20,146
MANO DE OBRA	\$47,28
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	\$9.64
COSTO ESTANDAR	\$77,066

Fuente: La Autora

Cuadro 156. Hoja de Costos Estándar Para un Galón de Agua Desmineralizada

HOJA DE COSTOS ESTANDAR PARA UN GALON DE AGUA DESMINERALIZADA	
MATERIALES	\$7.899
MANO DE OBRA	\$2,50
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	\$0.97
COSTO ESTANDAR	\$11,369

Fuente: La Autora

10 CONCLUSIONES

SISTEMA DE MEDICIÓN

1. La Instrumentación utilizada por la Compañía al ser de tipo neumática, no permite llevar un control preciso y confiable de los diferentes de los diferentes balances tanto de materia prima como de producción, debido a su obsolescencia, baja confiabilidad y variabilidad.
2. Cuando un instrumento falla resulta difícil la consecución de repuestos, pues esta instrumentación ha cumplido su ciclo de vida útil; por tanto, muchas veces se tiene que recurrir a reconstruir o adaptar las piezas averiadas afectando la calidad y confiabilidad de los registros.
3. En cuanto al elemento primario de medición para flujo el 98% de ellos son platinas de orificio. Con el tiempo estas se van deteriorando, por lo que es necesario retirarlas, inspeccionarlas y limpiarlas periódicamente, para verificar que ninguna condición extraña las esté afectando, y que en últimas causen imprecisión afectando la medición.
4. En estos momentos no se conoce con precisión el volumen de gas natural que se está consumiendo en el horno ya que no existe un medidor y el consumo es establecido a partir de un factor de aprovechamiento de acuerdo a la producción de Nitrato de Amonio. Asimismo, no existe un instrumento de medición que controle la temperatura de entrada a este equipo, esto ha ocasionado el deterioro de los ladrillos refractarios que lo recubren internamente.
5. La obsolescencia de los equipos de medición instalados en las Planta de Desmineralización y Suavización, no permiten controlar y cuantificar la producción y consumo real del agua tratada. Esta situación exige la verificación permanente de los instrumentos de medición, para evitar fallas en el suministro de la información,

en algunos casos los datos que se registran se basan en la simple observación y experiencia de los operarios de esta planta y en las estadísticas de la producción y consumo que se llevan en la Dirección de Ingeniería. A su vez se han realizado estudios de Balance Hídrico con el objetivo de establecer la cantidad de agua que se trata y su distribución en la empresa.

6. La Planta de Desmineralización y Suavización cuenta con registradores de carta circular los cuales indican con un trazo continuo la cantidad de agua consumida en un período de tiempo determinado.

Con este sistema de medición los operarios deben realizar la conversión de la información que registran en las cartas a la respectiva unidad de medida, a través de tablas de conversión.

7. La información de las cartas circulares se procesa mediante la integración de flujo utilizando un planímetro. Su precisión depende mucho del cuidado con que el operador siga exactamente el registro gráfico, de la regularidad conseguida en el giro del papel o del planímetro para que no se deslice el rodillo de seguimiento, y de los posibles cambios en las dimensiones del gráfico al cambiar la humedad del ambiente. Considerando estos factores, con él se consigue una precisión en el caudal total de + ó - 1%.

8. Las dificultades surgidas del mantenimiento de los registradores de carta circular debido a la necesidad de mantener en inventario plumas y cartas de registro que además de representar un trabajo extra en cuanto a su reemplazo también hacen dispendiosa la labor de archivo de la información.

9. Una vez definido el tipo de tecnología, para el caso de la Planta de Arcilla correspondió al tipo Vortex, se procedió a establecer cual de los proveedores es el más indicado para el suministro del equipo. Para el caso de la selección del medidor de gas el factor determinante para la selección del proveedor la constituyó el posicionamiento y conocimiento de la marca ABB en el mercado; además del soporte técnico, más que el precio del instrumento; asimismo la experiencia en montajes y asesorías técnicas influyeron en la calificación, coincidiendo la selección con el proveedor que ofertaba el equipo más económico, este correspondió a

Automatizaciones Ltda, quienes obtuvieron un puntaje total de 8.705 de acuerdo a los criterios establecidos para la selección del proveedor.

10. Actualmente la Compañía está perdiendo al año \$7.858.444,05 por no poseer un instrumento de medición que permita cuantificar el consumo por concepto de gas, utilizándose para su cálculo estimaciones de acuerdo a la producción de la Planta de Nitrato de Amonio.

Con la adquisición de la tecnología seleccionada (medidor de flujo tipo Vortex), la empresa obtendrá una medida confiable para el control adecuado de los procesos en la planta. La pérdida por error de medición sería de \$157.168,88.

Dado que la inversión de la nueva tecnología equivale a \$9.316.974, esto significa que con el ahorro anual la empresa en 19 meses de funcionamiento del equipo de medición, logra el pago total de la inversión realizada; quedando a partir del segundo año un nuevo sistema de medición implementado, reduciendo los costos y por ende mayor eficiencia y control de las variables de proceso.

11. Con base en los requerimientos y los datos técnicos recolectados en la Sección de Instrumentos y la Dirección de Ingeniería se determinó que la presión, temperatura, tipo de flujo, Unidad de Medida y el diámetro de la tubería eran las características más relevantes para considerar al momento de realizar la solicitud de los instrumentos de medición para las plantas de tratamiento de agua.

12. Una vez evaluados los criterios para la selección de la tecnología para el agua desmineralizada y suavizada se tiene que para la medición de flujo del agua suavizada el tipo de tecnología seleccionada corresponde al medidor de flujo electromagnético; a pesar de que esta tecnología cumple con las especificaciones técnicas requeridas para la medición del agua desmineralizada se descarta su utilización debido a que las unidades de medida para la conductividad mínima del agua para el transmisor de flujo de agua suavizada deben ser de 10 uS (micro Siemens). En el agua suavizada es casi seguro que se cumpla esta condición ya que en esta etapa a esta no se le han removido los minerales por tanto debe tener una conductividad cercana a 80 uS. Contrario a lo que ocurre con el agua desmineralizada en estos casos la conductividad esta por debajo de 5uS por tanto

no se puede utilizar el transmisor electromagnético. por tanto la tecnología seleccionada para esta clase de agua corresponde al medidor tipo Vortex por se este el que obtuvo la segunda puntuación.

SISTEMA DE COSTOS

1. La empresa cuenta con un sistema de costos por proceso cuya base es predeterminada y su funcionamiento es mediante el costeo variable para efectos de determinar el costo de producción unitario y por ende el costo de las unidades vendidas, como también el costo de los inventarios de productos en proceso y de productos terminados.

2. La información de costos es manejada a través de una Base de Datos (Hoja de Cálculo en Excel), donde se registran mensualmente los datos correspondientes a la producción y consumo de las diferentes plantas. En ella se encuentran relacionados cada uno de los productos y servicios industriales generados en la compañía.

3. La Compañía no cuenta con una contabilidad de costos que proporcione de manera rápida a la gerencia, los datos relacionados a los costos de producir o vender cada producto.

4. Una de las desventajas que tiene el sistema de costos utilizado actualmente por la empresa es que la gerencia sólo puede hacer un análisis efectivo de los costos, después de que ha concluido el período de trabajo.

3. No se encuentra claramente definido un modelo de costos. Ya que para el caso del costeo variable sólo incluye en el costo de producción la materia prima y algunos conceptos de Costos Indirectos de Fabricación (CIF) variables, quedando sin incluir la mano de obra.

Los costos estándar son utilizados para estudiar el aumento o disminución de las variables de producción al finalizar el mes, pero no se analizan las variaciones de

cada elemento del costo, no existe la predeterminación de lo que debe costar cada producto. Los estándares por materiales que son establecidos en la Empresa corresponden a los factores de aprovechamiento.

5. La empresa solo cuantifica por concepto de servicios industriales la energía eléctrica y el agua industrial, quedando sin costear el valor del aire que se genera en la respectiva planta para el funcionamiento de la instrumentación neumática y el valor del vapor generado para la operación de las calderas instaladas en las diferentes plantas.

6. El costo unitario de los materiales es determinado al iniciar el año por el Departamento de Materiales y Compras de acuerdo al comportamiento de los precios en el mercado para ser incluidos en la base de datos que se encarga de determinar el costo de producción.

7. Se determina el costo unitario de producción para del agua industrial excepto el agua potable, para calcular el costo de producción de los demás productos, pero contablemente este costo unitario no se registra, ya que no existe ningún soporte. Es decir, el Departamento de Contabilidad solo cuantifica el consumo del tratamiento del agua industrial.

8. La información que alimenta la base de datos no es confiable, debido a la ausencia y obsolescencia de los instrumentos de medición instalados en las Plantas de Arcilla y de Tratamiento de Agua.

9. El informe de Producción y Consumo que entrega la Dirección de Producción al Departamento de Contabilidad, es similar al que elabora la Dirección de Ingeniería, el primero es la transcripción de la información contenida en el segundo adicionándole la información de los Jefes de Plantas y el Departamento Eléctrico.

10. Para establecer el consumo de los materiales se toma el acumulado total de consumo dividido en el acumulado total de la producción, utilizándose dicho resultado para el cálculo del costo total de consumo para cada material y no el consumo reportado por el área de producción. Esta situación refleja que en algunos

casos aunque no existe consumo por concepto de material en algunas plantas su costo aparece registrado cargándosele al costo de producción.

11. Según las características presentadas de los procesos productivos desarrollados en la empresa incluyen varias operaciones distintas, procesos de transformación continua (en serie), se continuó con el mismo modelo de costos realizando los ajustes necesarios, para obtener un sistema de costos más preciso y confiable.

12. El análisis de las variaciones no fue posible desarrollarlo debido a que no existe coherencia entre el sistema actual de costeo y el propuesto en cuanto el primero no incluye los tres elementos fundamentales del costo de producción.

11 RECOMENDACIONES

1. Teniendo en cuenta que de que la experiencia de los operarios indica que del nivel de humedad y la buena calidad de la tierra a procesar en la planta depende en alto grado el rendimiento de la misma y la duración del proceso. Por tanto, se requiere tener un control estricto del contenido de humedad de la tierra, para evitar fallas en el normal funcionamiento de los equipos y mantener el nivel de producción, que garantice la calidad y el envío a la Planta de Nitrato de Amonio cuando sea solicitada por los operadores de acuerdo a los requerimientos del proceso.
2. Se requiere realizar un estudio más profundo de los costos de producción de todas las plantas de la compañía con el propósito de identificar las variables más importantes que inciden en su determinación.
3. Teniendo en cuenta la importancia que tiene para una empresa industrial contar con sistemas de medición apropiados, se recomienda realizar un análisis detallado de las áreas críticas en donde se necesite medir con exactitud la carga, para diseñar un plan de acción encaminado hacia el cambio gradual de los equipos de instrumentación.
4. Es necesario actualizar la información contenida en los archivos de instrumentación, esto debido a que se han realizado modificaciones a los equipos, algunos se ha retirado de operación, esto con el propósito de llevar registros ordenados que sirvan como base para la toma de decisiones.
5. En la elaboración de los informes de producción y consumo es importante que este sea elaborado por un dependencia específica, ya que actualmente el informe que se reporta al Departamento de Contabilidad, es la transcripción de la información enviado por los Jefes de Plantas y la Dirección de Ingeniería.

BIBLIOGRAFIA

ENCICLOPEDIA MICROSOFT ENCARTA. Microsoft Corporation, 2002.

ESQUEMAS DE LAS PLANTAS PRODUCTIVAS. Fertilizantes Colombianos S.A.: Departamento de Ciencia y Tecnología, 2002.

ESTADISTICAS DE CONSUMOS DE SERVICIOS INDUSTRIALES. Fertilizantes Colombianos S.A.: Departamento de Ciencia y Tecnología, 2003.

ESTUDIO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A. Barrancabermeja: Depurar Limitada, 2000.

GARCIA, Oscar León. Administración Financiera. Cali: Prensa Moderna Impresores S.A.: 1999.

MANUAL DE OPERACIONES DE LA PLANTA DE ARCILLA. Barrancabermeja: Fertilizantes Colombianos S.A., 1970.

MANUAL DE OPERACIONES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA. Barrancabermeja: Fertilizantes Colombianos S.A., 1970.

PLANTAS FERTICOL RESUMEN: Fertilizantes Colombianos S.A.: Departamento de Ciencia y Tecnología,

RESEÑA HISTORICA DE FERTICOL. Fertilizantes Colombianos S.A.: Departamento de Ciencia y Tecnología,

CREUS SOLÉ, Antonio. Control de Procesos Industriales. Santa Fé de Bogotá: Alfaomega: 1999

PERRY, John. Manual del Ingeniero Químico. Tomo II. México. Unión Tipográfica Editorial Americana: 1974

CONSIDINE, Douglas Sd Ross. Manual de Instrumentación Aplicada. Compañía Editorial Continental. : 1971.

SILVA, Alvaro y Reinaldo. Curso de Instrumentación. Barrancabermeja: EE-26 Sección de Entrenamiento Fertilizantes Colombianos S.A.

HOLZBOCK, W.G. Instrumentos para medición y control. España: Compañía Editorial Continental: 1973.

SITIOS WEB CONSULTADOS

http://www.disaster.info.desastres.net/desplazados/documentos/saneamiento01/1/metodos_domesticos_de_clarificac.htm

<http://www.epa.gov/safewater/agua/trata.html>

<http://www.sapiensman.com>

<http://apuntes.rincondelvago.com/elementos-finales-de-control-industrial.html>

http://www.sapiensman.com/medicion_de_temperatura

ANEXO 01
MODELO DE SOLICITUD DE COTIZACIÓN



FERTILIZANTES COLOMBIANOS S. A.
EN REESTRUCTURACIÓN
Barrancabermeja

Barrancabermeja, noviembre 22 de 2004

Señores:

MEDICIÓN Y AUTOMATIZACIÓN, COLSEIN
Atentamente, CHRISTIAN MORALES LAZARO
Asesor de Ventas Externas
Carrera 19 N. 3-24
Floridablanca, Santander

Respetado Doctor:

Nuestra empresa está interesada en mejorar los sistemas de medición y control de los procesos, por tanto les solicitamos hacernos llegar cotización para medición de flujo, de acuerdo a los parámetros de operación expuestos a consideración de ustedes, para ofertarnos las tecnologías que más nos convengan acorde a las variables de proceso.

I. Medidor de Flujo Planta de Arcilla

Tipo de Fluido: Gas Natural

Presión:	Mínima: 12 Psig Máxima: 30 Psig
Temperatura:	Mínima: 60 °F Máxima: 110 °F
Flujo:	Mínimo: 500 PC/H Máximo: 7500 PC/H

Misión: " Producir y comercializar nutrientes para abonar el campo "

Bogotá D.C. Trans. 6 N° 27-10 Piso 3° Tel.: 2822486 - 2821969 - Fax: 3424736 E-mail fertibog@telecom.com.co
Barrancabermeja B. Las Granjas Telf 621 65 17 /19/20/21/22/23 - Fax: 621 65 15 - 610 29 77 776 A.P. postal # 42
E-MAIL: -ferticol@telecom.com.co - fertihar@telecom.com.co

Densidad:	0.00447 Lbpies ³
Gravedad Específica:	0.564
Precisión:	Más ó menos 1%
Unidad de Medida:	Pies ³ /H
Diámetro de la tubería:	2" Schedule 40

2. Medidores de Flujo Planta de Tratamiento de Agua

a. Tipo de Fluido: Agua Desmineralizada FR-4 (Planta de Acido Nítrico)

Presión:	Mínima: 25 Kg/cm ² Máxima: 30 Kg/cm ²
Temperatura:	Mínima: 100 °C Máxima: 110 °C
Flujo:	Mínimo: 800 Kg/H Máximo: 8000 Kg/H
Precisión:	Más ó menos 1%

Unidad de Medida: Kg/H

Diámetro de la tubería: 4" Schedule 40

b. Tipo de Fluido: Agua Desmineralizada FR-3 (Planta de Amoníaco)

Presión: Mínima: 25 Kg/cm²
Máxima: 30 Kg/cm²

Temperatura: Mínima: 100 °C
Máxima: 110 °C

**Flujo: Mínimo: 2200 Kg/H
Máximo: 22000 Kg/H**

Precisión: Más ó menos 1%

Unidad de Medida: Kg/H

Diámetro de la tubería: 4" Schedule 40

c. Tipo de Fluido: Agua Desmineralizada FR-2 (Planta Eléctrica)

Presión:	Mínima: 25 Kg/cm ² Máxima: 30 Kg/cm ²
Temperatura:	Mínima: 100 °C Máxima: 110 °C
Flujo:	Mínimo: 1200 Kg/H Máximo: 12000 Kg/H
Precisión:	Más ó menos 1%
Unidad de Medida:	Kg/H
Diámetro de la tubería:	4" Schedule 40

d. Tipo de Fluido: Agua Suavizada FR-5 (Planta de Urea)

Presión:	Mínima: 15 Kg/cm ² Máxima: 20 Kg/cm ²
Temperatura:	Mínima: 25 °C Máxima: 30 °C

Flujo:	Mínimo: 930 Kg/H Máximo: 9300 Kg/H
Precisión:	Más ó menos 1%
Unidad de Medida:	Kg/H
Diámetro de la tubería:	2" Schedule 40

Agradecemos la colaboración y pronta respuesta a esta solicitud, para cualquier información pueden comunicarse a través del correo electrónico cdiaz_101@ferticol.com

Cordialmente,


JORGE VILLOMIZAR
Director de Producción


CIRO ALFONSO GALVIS
Jefe Departamento Electroneumático


HENRY RANGEL
Jefe Departamento de Materiales


REYNALDO SILVA
Supervisor de Instrumentos

ANEXO 02
COTIZACIONES DE LOS PROVEEDORES

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.

COTIZACION

A: FERTICOL

No. : C12DIC-2004-287

FECHA: DIC 06/04

OFICINA: BOGOTA
A.A. 9128
TEL: 327 5151
FAX: 288 4838

ATENCION : ING. HENRY RANGEL

SOLICITUD : SOLICITUD DE COTIZACIÓN
Precios Válidos 60 Días

MONEDAS : DOLARES AMERICANOS FACTURABLES A LA TRM DE LA FECHA DE FACTURA

ENTREGA: 8 A 10 SEMANAS A PARTIR DE LA COLOCACION DE SU ORDEN DE COMPRA

P/ Magdalena Castro
Por: **ING. JAVIER LOZANO**
JEFE DPTO EI&C

RECIBIDO 06 DIC 2004

FROM : ECI S.A.

PHONE NO. : 2884838

DEC. 06 2004 11:37AM

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.
Carrera 18 No. 38-41
Apartado Aéreo 9128
Bogotá, DC. - Colombia
E-Mail: flozano@eci.com.co

TELEFONO: 327-5151
FACSIMIL: 288-4838
288-5589
VTJL-04-807

COMPañÍA	FERTICOL	DE:	ING. JAVIER LOZANO
ATN:	ING. HENRY RANGEL	FECHA:	DICIEMBRE 6 DE 2004
REFERENCIA	SOLICITUD DE COTIZACION	COPIAS A:	
FAX No.:	6102976	PAGINAS:	Número de Págs.: 5

MENSAJE:

Respetados Señores:

ANEXO ESTAMOS ENVIANDO NUESTRA OFERTA C12DTC-2004-287 SOBRE LOS INSTRUMENTOS SOLICITADOS POR USTEDES, TAMBIEN ESTA OFERTA FUE ENVIADA POR E-MAIL A fertibog@telecom.co.
ferticol.com

CUALQUIER INFORMACIÓN ADICIONAL POR FAVOR NO DUDE EN CONTACTARME.

CORDIALMENTE,

P/Magdalena Castro

ING. JAVIER FERNANDO LOZANO
Jefe Dpto. EI&C



RECIBIDO 06 DIC 2004

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.

Cra. 18 No. 38-41
 Santafé de Bogotá D.C.
 A.A. 9128
 NIT: 860.055.583-9

Señores: **FERTICOL**

SUMINISTRO DDP

Atención: **HENRY RANGEL**
 Su Referencia: **SOLICITUD DE COTIZACION**
 Fax: **097 610 2977/76**

Cotización: **C12D1C-2004-287**
 Fecha: **DIEMBRE 3 DE 2004**

De: **ING. JAVIER LOZANO**
 Telefono: **327 5151**
 Fax: **288 4838**
 Email: **jlozano@eci.com.co**

Item	Nr. Catálogo	Descripción	Cantidad	P.U. US\$	P. Total US\$
1		<p>MEDIDOR DE FLUJO PLANTA DE ARCILLA</p> <p>Caudalímetro VQ-Hsp Modelo: VFM 3100 F 2" ANSI 150 Lbs Marca: Krohne Rangos : 600 ... 44000 ft³/h Características técnicas: • Tamaño: 2" ANSI 150 Lbs • Montaje: Brldado según normas Div 2501 • Precisión: Menor de 10% del valor medido • Repetibilidad: Menor de 0.5% • Presión máxima de operación: 40 bar • Temperaturas de operación: de -20 °C a +200°C. • Protección: IP 65 Con indicación: Compacta • Salidas: 4...20 mA (e dos hilos) - HART + frecuencia (100 Hz) • Alimentación: 24 V.d.c Datos de aplicación: Fluido: Gas Natural Temperatura: 60 - 110 ° F Presión: 12 - 30 psig Densidad: 0.10052 lb/ft³ Viscosidad: 0.012 centipoise</p>	1	4,324.00	4,324.00

RECIBIDO 06 DIC 2004

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.

**Cra. 18 No. 38-41
Santafé de Bogotá D.C.
A.A. 9128
NIT: 860.055.583-9**

Señores: **FERTICOL**

Cotización: **C12DIC-2004-287**
Fecha: **DIEMBRE 3 DE 2004**

SUMINISTRO DDP

Atención: **HENRY RANGEL**
Su Referencia: **SOLICITUD DE COTIZACION**
Fax: **097 610 2977/76**

De: **ING. JAVIER LOZANO**
Teléfono: **327 5151**
Fax: **288 4838**
Email: **jlozano@eci.com.co**

Item	Nr. Catálogo	Descripción	Cantidad	P.U. US\$	P. Total US\$
2		<p align="center">PLANTA DE UREA</p> <p>CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO Modelo: Aquaflex 010 K/D - 2" ANSI 150 Lbs Marca: Krohne Características técnicas: Sensor AQUAFLEX Temperatura de proceso: -25 °C a +70 °C Temperatura ambiente: -25 °C a +160 °C Electrodo: Elípticos planos, fijados al sensor y pulidos Conexión: Brindada Tamaño: 2" ANSI 150 Materiales del sensor: Tubo de medida: Acero inoxidable 1.4301, equivalente a SS 304 Recubrimiento Interno Polipropileno Electrodo: Hastelloy C4 Bridas de conexión: Acero 1.0501 o AISI C 1035 con revestimiento de poliuretano Housing: Chapa de Acero con recubrimiento de poliuretano Conductividad mínima: 20 µs/cm Protección: IP 67</p> <p>Convertidor IFC 010 K/D Versión D: Display (Indicación local y programación) Precisión: Menor de 0.5% del valor medido. Alimentación: 220 V.a.c Salidas: - Corriente: 0/4 - 20 mA, aislada galvánicamente de resto de salidas. - Pulsos para totalización, aislada galvánicamente de la salida de corriente. - Indicación de estado. Corte por bajo caudal Materiales del convertidor (compacto): Housing Policarbonato (PC) Base del Housing: Fundición de aluminio</p>	1	2.658,00	2.658,00

Condiciones de Venta

1. Validez: 60 días calendario a partir de la fecha de la cotización
2. Forma de Pago: Neto 30 días fecha de factura
3. Condición Precios: Precios Netos DDP Barrancabermeja
4. Tiempo Entrega: 8 a 10 semanas, después de recibir su orden de compra
5. Impuestos: Incluidos los de nacionalización e importación.
6. Monedas: Dólares Americanos facturables a la TRM de la fecha de factura
7. Garantía: 1 año contra defectos de fabricación a partir de la fecha de entrega.

Subtotal:	15.751,00
I.V.A. 16%:	2520,16
Total DDP:	18.271,16

RECIBIDO 06 DIC 2004

EQUIPOS Y CONTROLES INDUSTRIALES S.A.

Cra. 18 No. 38-41
 Santafé de Bogotá D.C.
 A.A. 9128
 NIT: 860.055.583-9

Señores: **FERTICOL**Cotización: **C12DIC-2004-287**Fecha: **DIEMBRE 3 DE 2004****SUMINISTRO DDP**De: **ING. JAVIER LOZANO**Atención: **HENRY RANGEL**Teléfono: **327 5151**Su Referencia: **SOLICITUD DE COTIZACION**Fax: **288 4838**Fax: **097 810 2977/76**Email: **jlozano@eci.com.co**

Item	Nr. Catálogo	Descripción	Cantidad	P.U. US\$	P. Total US\$
2		<p>MEDIDORES DE FLUJO PLANTA DE TRATAMIENTO DE GUAS</p> <p>PLANTA ACIDO NITRICO ✓ PLANTA AMONIACO ✓ PLANTA ELECTRICA ✓</p> <p>CAUDALIMETRO ELECTROMAGNETICO Modelo: Aquaflex 010 K/D - 4" ANSI 150 Lbs Marca: Krohne Características técnicas: Sensor AQUAFLEX Temperatura de proceso: -25 °C a +90 °C Temperatura ambiente: -25 °C a +60 °C Electrodo: Elípticos planos, fijados al sensor y pulidos Conexión: Bridada Tamaño: 4" ANSI 150 Materiales del sensor: Tubo de medida: Acero inoxidable 1 4301 equivalente a SS 304 Recubrimiento Interno Polipropileno Electrodo: Hastelloy C4 Bidas de conexión: Acero 1.0501 o AISI C 1035 con revestimiento de poliuretano Housing: Chapa de Acero con recubrimiento de poliuretano Conductividad mínima: 20 µs/cm Protección: IP 67</p> <p>Convertidor IFC 010 K/D Versión D: Display (indicación local y programación) Precisión: Menor de 0.5% del valor medido. Alimentación: 220 V.a.c. Salidas: 1 Corriente: 0/4 - 20 mA, aislada galvanicamente de resto de salidas. Pulsos para totalización, aislada galvanicamente de la salida de corriente. Indicación de estado. Corte por bajo caudal Materiales del convertidor (compacto): Housing Policarbonato (PC) Base del Housing: Fundición de aluminio</p>	3	2.923,00	8.769,00

RECIBIDO 06 DIC 2004



SIEM Proveedores Industriales
Suministramos Productos de Calidad

Jorge Eliecer Garnica Cogollo
 Nit. 5.721.267-1
 Regimen Simplificado
 E-mail: jegamicac@yahoo.com

Dirección:
 Cra 33 No. 47 - 44
 C.C. Altamonte L - 110
 Telefax: (057-7) 6479317
 Cel: 7678554 - 2368959
 Zip Code / A.A. : 206
 Bucaramanga
 Colombia

Señores	FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.		Bucaramanga, Fecha	Día	Mes	Año
Contacto	ADM. HENRY RANGEL	Cargo JEFE COMPRAS		21	12	2004
Sol. Cot.	Ing. CAROLINA DÍAZ BETANCUR	Ingeniería Industrial	COTIZACION	➔ N° 4062		
Dirección	BARRIO LAS GRANJAS		ASESOR INDUSTRIAL	CODIGO		
Teléfono	6102976	Fax 6102976	JORGE E. GARNICA	001		
Ciudad	BARRANCABERMEJA					

REG.	CANT.	UNID.	CODIGO Y DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
01	01	UN	MEDIDOR DE FLUJO PLANTA DE ARCILLA Tipo de Fluido: Gas Natural Medidor de Flujo tipo VORTEX, material en Acero Inoxidable, diámetro nominal 2", conexión tipo wafer, para instalar entre bridas ANSI 150 #, empaques de viton, display digital y totalizador en unidades de ingeniería, dos líneas, 16 caracteres alfanuméricos, rango 0 - 12.360 SF 3H. Modelo : ST 4000 Marca : ABB	USD\$ 6.287	6.287
02	01	UN	MEDIDOR DE FLUJO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA (Planta de Acido Nitrico) Tipo de Fluido : Agua desmineralizada FR - 4. Medidor de Flujo de iguales características al ítem 01., excepto diámetro nominal de 1 1/4", rango max. 0-10.000 kg/H, rango min. 0-800 kg/H. Modelo : ST 4.000 Marca : ABB	USD\$ 6.287	6.287
03	01	UN	MEDIDOR DE FLUJO PLANTA DE AMONIACO Tipo de fluido : Agua desmineralizada FR - 3 Medidor de flujo de iguales características al Ítem 01., Excepto diámetro nominal de 2", rango 0-25.000 kg/H. Modelo : ST 4.000 Marca : ABB	USD\$ 6.287	6.287
			Nota: Favor observar la documentación técnica anexa a la presente cotización, de los equipos en oferta.		
FIRMA Y SELLO AUTORIZADO SIEM Proveedores Industriales 			Observaciones	TOTAL BRUTO	\$18.861
			Moneda: Esta cotización está presentada en dolares EEUU y se liquidará a la TRM en la fecha de facturación.	DESCUENTO	
				SUB - TOTAL	
PASAJE HOJA No. 02				VALOR TOTAL \$	18.861

NOTAS:

- Las especificaciones de la mercancía cotizada serán ser iguales a las solicitadas en su pedido.
- Nos reservamos el derecho de recibir la mercancía por devolución siempre y cuando sus especificaciones no estén de acuerdo a lo estipulado en su orden de compra.
- El despacho de la mercancía contempla fletes y seguro de transporte por cuenta y riesgo del cliente.



SIEM Proveedores Industriales
Suministramos Productos de Calidad

Jorge Eliecer Garnica Cogollo
 Nit. 5.721.267-1
 Regimen Simplificado
 E-mail: jegarniac@yahoo.com

Dirección:
 Cra 33 No. 47 - 44
 C. C. Altamonte L - 110
 Telefax: (057-7) 6479317
 Cel: 7678554 - 2368959
 Zip Code / A.A. : 206
 Bucaramanga
 Colombia

Señores	FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.		Bucaramanga, Fecha	Día	Mes	Año
Contacto	ADM. HENRY RANGEL	Cargo JEFE COMPRAS		21	12	2004
Sol. Cot.	Ing. CAROLINA DÍAZ BETANCUR	Ingeniería Industrial	COTIZACION	N° 4062		
Dirección	BARRIO LAS GRANJAS		ASESOR INDUSTRIAL	CODIGO		
Teléfono	6102976	Fax 6102976	JORGE E. GARNICA	001		
Ciudad	BARRANCABERMEJA					

REG	CANT	UNID	CODIGO Y DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
04	01	UN	MEDIDOR DE FLUJO PLANTA ELÉCTRICA Tipo de Fluido : Agua desmineralizada FR - 2 Medidor de flujo de iguales características al Item 01., excepto diámetro nominal 1 1/2", rango max16.000 kg/H, rango min, 1 600 kg/ H. Modelo : ST 4.000 Marca : ABB	USD\$ 6.287	6.287
05	01	UN	MEDIDOR DE FLUJO PLANTA DE UREA Tipo de fluido: Agua suavizada FR - 5 Medidor de flujo de iguales características al Item 01., excepto diámetro nominal 1 1/4", rango max. 0-10.000 kg/H. Modelo: ST 4.000 Marca : ABB	USD\$ 6.287	6.287
			CONDICIONES COMERCIALES Entrega : 8 - 10 Semanas Moneda : Dólares de EEUU liquidados a la TRM en la fecha de facturación. Lugar de entrega : Bodega de materiales FERTICOL Barrancabermeja. Forma de pago: 50% de anticipo, pagados con la orden de compra. 50% previa confirmación de despacho. Documentación : Información técnica de los equipos en oferta anexa a la presente. . (IMPORTANTE) Les ruego tener en cuenta que por las festividades de Navidad, las fabricas cierran 2 semanas, las cuales nos e deben contabilizar en el programa de Despacho. Esperamos que la presente oferta, sea de su interés y para nosotros la oportunidad de servirles.		
FIRMA Y SELLO AUTORIZADO SIEM Proveedores Industriales 			Observaciones Moneda: Esta cotización está presentada en dolares EEUU y se liquidará a la TRM en la fecha de facturación.	TOTAL BRUTO	\$31.435
				DESCUENTO	
				SUB - TOTAL	\$31.435
SON: TREINTA Y UN MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO DOLARES M/CTE.				VALOR TOTAL. \$	31.435

NOTAS:
 1. Las especificaciones de la mercancía cotizada serán ser iguales a las solicitadas en su pedido.
 2. Nos reservamos el derecho de recibir la mercancía por devolución siempre y cuando sus especificaciones no estén de acuerdo a lo estipulado en su orden de compra.



SIEM Proveedores Industriales
Suministramos Productos de Calidad

Jorge Elicer Garnica Cogollo
 Nit. 5.721.267-1
 Regimen Simplificado
 E-mail: jegarnicac@yahoo.com

Dirección:
 Cra 33 No. 47 - 44
 C.C. Altamonte L - 110
 Telefax: (057-7) 6479317
 Cel: 7678554 - 2368959
 Zip Code / A.A. : 206
 Bucaramanga
 Colombia

Señores	FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.		Bucaramanga, Fecha	Día	Mes	Año
Contacto	ADM. HENRY RANGEL	Cargo JEFE COMPRAS		21	12	2004
Sol. Cot.	Pedido No. 045012	Fecha	COTIZACION	N° 4063		
Dirección	BARRIO LAS GRANJAS		ASESOR INDUSTRIAL	CODIGO		
Teléfono	6102976	Fax 6102976	JORGE E. GARNICA	001		
Ciudad	BARRANCABERMEJA					

REG.	CANT.	UNID.	CODIGO Y DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
01	01	UN	MEDIDOR DE FLUJO PLANTA DE ARCILLA Tipo de Fluido: Gas Natural Medidor de Flujo tipo VORTEX, material en Acero Inoxidable, diametro nominal 2", conexión tipo wafer, para instalar entre bridas ANSI 150 #, empaques de viton, display digital y totalizador en unidades de ingeniería, dos líneas, 16 caracteres alfanuméricos, rango 0 - 12.360 SF 3H. Modelo : ST 4000 Marca : ABB	USD\$ 6.287	6.287
			ALTERNATIVA CONTADOR DE GAS CON PISTON ROTATORIO RMG 132A Marca : RMG Made in: ALEMANIA APLICACIÓN El contador de gas con piston rotatorio RMG 132A sirve para la medición de volúmenes de gas en instalaciones de gas. puede utilizarse con todos los gases no agresivos (por ej: Gas natural, propano, butano, aire nitrogeno, etc). También puede emplearse en caso de tomas discontinuas de gas.	EUROS\$ 2.750	2.750
Nota: Favor observar la documentación técnica anexa a la presente cotización de los equipos en oferta.					

FIRMA Y SELLO AUTORIZADO
 SIEM Proveedores Industriales



Observaciones

Moneda: Esta cotización está presentada en dolares EEUU y en EUROS, y se liquidará a la TRM en la fecha de facturación.

TOTAL BRUTO	\$9.037
DESCUENTO	
SUB - TOTAL	

SON. NUEVE MIL TREINTA Y SIETE EUROS Y DOLARES.

VALOR TOTAL \$ 9.037

NOTAS:

- Las especificaciones de la mercancía cotizada serán ser iguales a las solicitadas en su pedido.
- Nos reservamos el derecho de recibir la mercancía por devolución siempre y cuando sus especificaciones no estén de acuerdo a lo estipulado en su orden de compra.
- El despacho de la mercancía contempla fletes y seguro de transporte por cuenta y riesgo del cliente.

ANEXO 03
TABLA COMPARATIVA DE RRD

TABLA COMPARATIVA DE LAS DIFERENTES TECNOLOGÍAS DE MEDIDORES DE FLUJO

TIPOS DE MEDIDOR	APLICACIONES								CARACTERÍSTICAS										
	Líquidos Limpios	Líquidos Sólidos	Líquidos Viscosos	Corrosivos	Lodos (Slurries)	Gases Limpios	Gases Sucios	Vapor	Disponibilidad de Tamaños	Presión Típica	Rangeabilidad	Mínimo Número de Reynold	Efectos de la Viscosidad	Pérdidas de Presión	Costo Relativo	Diámetros Típicos Mínimos Aguas Arriba	Costos de Instalación	Costos de Mantenimiento	Tipo de Respuesta
Platina de Orificio	•	*	*	*	*	•	*	•	>1"	1 al 15%	5:1	>30.000	H	H	L	10-30D	M-H	M-H	Cuadrática
Orificio Integral	•	*	*	*	*	•	*	•	1", 1.5"	2%	5:1	>10.000	H	H	L	10-30D	L	M-H	Cuadrática
Annual (Wedge)	•	•	•	o	•	•	•	•	>0.5"	0.5%	5:1	>500	H	M	H	10-30D	L	L	Cuadrática
Boquilla (Nozzle)	•	o	o	o	*	•	o	o	>2"	1.5%	5:1	>75.000	H	M	M	10-30D	M	L	Cuadrática
Tubo Vénturi	•	o	o	o	o	•	o	o	>2"	1%	5:1	>75.000	H	L	H	5-10D	M	L	Cuadrática
Codo (Elbow)	•	o	*	o	*	•	o	*	>2"	5%	5:1	>10.000	H	L	L	Ninguno	M	L	Cuadrática
Pitot-Vénturi	o	*	*	*	*	•	*	*	>6"	3%	5:1	>100.000	H	L	L	20-30D	M	L	Cuadrática
Pitot	•	*	o	o	*	•	*	*	>3"	3%	5:1	>100.000	H	L	L	20-30D	M	L	Cuadrática
Flobar	•	o	*	o	*	•	*	•	>0.5"	1%	5:1	>40.000	H	L	L	10-20D	L	L	Cuadrática
Electromagnético	•	•	•	•	•	*	*	*	>0.1"	0.25%	3000:1	Ninguno	N	L	H	5D	H	M	Lineal
Rotámetro	•	*	*	o	*	•	*	o	3"	2%	10:1	Ninguno	M	M	L	Ninguno	L	L	Lineal
Turbina	•	*	*	o	*	•	*	•	>0.25"	0.5%	10:1 a 50:1	12-15 cSt	H	H	M	10-20D	L	M-H	Lineal

											50:1							H	
Desplazamiento Positivo	•	o	•	o	*	•	*	*	<12"	1%	20:1	8.000 cSt	N	H	H	Ninguno	H	H	Lineal
Vortex	•	o	*	o	*	•	o	•	>0.5"	1%	25:1	>10.000	H	M	M	15-25D	M	M	Lineal
Doppler	o	•	o	•	•	*	*	*	>0.5"	2 al 5%	10:1	Ninguno	N	L	M	5-20D	L	L	Lineal
Tiempo de Transito	•	*	o	•	•	*	*	*	>0.5"	0.5 al 1.5%	3000:1	Ninguno	N	L	M	5-20D	L	L	Lineal
Másico	•	•	•	•	•	•	o	*	<6"	0.15%	100:1	Ninguno	N	M	H	Ninguno	H	L-M	Lineal
Tarjeta	•	•	•	o	*	•	•	*	>0.5 a 4"	1.5 al 5%	10:1	>100	M	M	L	10-20D	L	M	Cuadrática

• : Recomendado o: Aplicación Limitada *: No Recomendado
H: Alto L: Bajo M: Medio N: Ninguno

Nota: Todos los datos anteriores deben considerarse típico, la ficha técnica del equipo y las observaciones del fabricante son los que determinan la confiabilidad de los mismos. Además éstos también pueden ser influenciados por una mala selección, instalación, mantenimiento inapropiado, etc. Hay otros tipos de mediciones que se hacen a través de flujo, tales como Densidad, oBrix, oPlato, % Líquidos, % de Sólidos, % de Fracción, Masa que sólo se pueden hacer con un medidor másico, sin embargo algunos medidores por ultrasonido tiempo de transito también miden masa.

ANEXO 04
BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

PLANTA DE ARCILLA - BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

FLUIDO	1		2		3		4		5		6		7	
	Entrada Tolva		Optimo Cribas		Gruesos Cribas		Gas Natural		Aire		Gases Calientes		Gases Emitidos	
TEMP, °C	30		30		70		30		30		110		95	
	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H
Arcilla	80,0	3.100,0	80,0	3.023,6	80,0	76,4								
H2O	20,0	777,0	20,0	755,0	20,0	19,1					4,4	67,5	36,0	822,5
CH4							100	30,0						
CO2											5,4	82,1	3,6	82,1
CO											0,02	0,3	0,01	0,3
O2									21,0	315,0	12,8	195,2	8,5	195,2
N2									79,0	1.185,0	77,5	1.185,0	51,9	1.185,0
Total	100	3.877,0	100	3.778,6	100	95,5	100	30,0	100	1.500,0	100	1.530,0	100	2.285,0

FLUIDO	8		9		10		11		12		13		14	
	Arcilla Seca		Arcilla Fina		Arcilla Optima		Reposición		Arcilla Producto		Entrada Ciclón		Material Particul.	
TEMP, °C	70		55		55		55		45		45		30	
	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H
Arcilla	57,0	3.023,6	17,5	478,6	99,1	2.545,0	99,0	60,0	99,1	2.605,0	15,6	418,6	0,5	11,60
H2O	15,5	822,5	29,2	800,0	0,9	22,6	1,0	0,6	0,9	23,2	29,8	799,4	35,2	799,40
CO2	1,5	82,1	3,0	82,1							3,1	82,1	3,6	82,08
CO	0,0	0,3	0,0	0,3							0,0	0,3	0,0	0,30
O2	3,7	195,2	7,1	195,2							7,3	195,2	8,6	195,16

N2	22,3	1.185,0	43,2	1.185,0								44,2	1.185,0	52,1	1.185,00
Total	100	5.308,7	100	2.741,1	100	2.567,6	100	60,6	100	2.628,2	100	2.680,5	100	2.273,5	

FLUIDO	15		16		17		18		19		20		21	
	Polimero		Agua a PTAR		Comp. PTAR		Agua Residual		Lodos a Secado		Lodo Seco		Agua Escorrentía	
TEMP, °C	30		30		35		30		30		30		30	
	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H	%	Flujo, Kg/H
Arcilla					8,1	407,0	1,0	44,0	60,0	363,0	95,1	328,0		
H2O	100	10 + Inerte	100	4.600,0	91,9	4.610,0	99,0	4.368,0	40,0	242,0	4,9	17,0	100	225,0
Total	100	10,03	100	4.600,0	100	5.017,0	100	4.412,0	100	605,0	100	345,0	100	225,0

ANEXO 05
PORCENTAJES DE LEY PAR LA LIQUIDACIÓN
DE NÓMINA

APORTE	PORCENTAJE
Salud	8%
Pensión	11.25%
Cesantías	8.33%
Vacaciones	4.17%
Intereses sobre cesantías	1%
Dotación	4%
SENA	2%
ICBF	3%
SUBSIDIO FAMILIAR	4%
ARP	2,43%

ANEXO 06
MODELO DE CARTA DE INVITACION A
CAPACITACION



FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.
BARRANCABERMEJA

USO INTERNO

Barrancabermeja, 4 de enero e 2005

Doctor
Carmelo Enrique Reyes Herazo
Gerente General
Barrancabermeja

Cordial saludo, Doctor Carmelo:

Por medio de la presente doy constancia que el señor Javier Gutiérrez Beleño cumplió a cabalidad el curso de "ACTUALIZACIÓN BASICA EN INSTRUMENTACIÓN" con una duración de 70 horas programado para el personal de Mantenimiento e Ingeniería, llenando las expectativas de los trabajadores, lo cual se reflejará en beneficio de nuestra Empresa.

Gracias a la Gerencia General por el apoyo brindado para cumplir con los objetivos propuestos.

Cordialmente,


LUCINDA GUERRA FUENTES
coord.. Capacitación y Bienestar de Personal

C.c Archivo

ESTE FORMATO ES OBLIGACIÓN UTILIZARLO PARA EL MANEJO DE LA COMUNICACIÓN
INTERNA EN FERTICOL.



FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.
BARRANCABERMEJA

USO INTERNO

Noviembre 18 de 2004
"COSTOS UNA IMPERIOSA NECESIDAD"

ASISTENCIA	FIKMA
David A. España	[Signature]
Ramiro Reyes Hernandez	[Signature]
Miguel Angel Santana Serrano	[Signature]
Elián Acosta Herrera	[Signature]
NEPTALI DIAZ VIDES	[Signature]
CASABLANCA CASTRO	[Signature]
Andrés A. Ojeda Galvis	[Signature]
Jesús Ojeda Galvis	[Signature]
Gerardo Sampaio	[Signature]
German Herrera Mora	[Signature]
CARLOS E. BARBOSA	[Signature]
Alvaro Sampaio	[Signature]
Henry Rangel M	[Signature]
CLAUDIA PATRICIA DIAZ QUIROZ	[Signature]
Jose Antonio Posada Otiliano	[Signature]
MARCO EL EBRATH	[Signature]
Carlos A. Lizcano	[Signature]
Carlos A. Acevedo Diaz	[Signature]
Leidy Vargas Coiro	[Signature]
Stalin Parra Morales	[Signature]
HILARIO CARRERA V.	[Signature]
Alexander Morales Rios	Alexander Morales Rios
RAMIRO MORALES SUAREZ	[Signature]
JOSÉ HERRERA	[Signature]
Antonio Reyes	[Signature]
Jaime Fialto Serrano	[Signature]
José de la Hoz	[Signature]
LUIS HERRERA ESPINOSA	[Signature]
KEES SANCHEZ LEAL	[Signature]

ESTE FORMATO ES OBLIGACIÓN UTILIZARLO PARA EL MANEJO DE LA COMUNICACIÓN INTERNA EN FERTICOL.



FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.
BARRANCABERMEJA

USO INTERNO

Noviembre 10 de 2004
"COSTOS UNA IMPERIOSA NECESIDAD"

ASISTENCIA	FIRMA
Jorge Blücher Gómez Hernández	
Miguel A. SUAREZ R.	
Luis A. Calderón R.	
Diego Thomas G.	
Elias Gonzalez A.	
Fredusso Ruy H.	
Jaime Gonzalez V.	
Ciro Alfonso Galvis J.	
Manuel Pérez Gueiro	
Reinaldo Silva Amaya	
ROBERTO PEREZ SQUIBEN	
Gustavo Vaccabos G.	
Jorge Bueda Falcid	
Heriberto Quintana Lobo	
Carlos Escobar C.	
Luis Carlos Uribe	
Miguel A. Irigoyen Luna	
Alvaro Contreras	
JOSE SUAREZ RINCON	
Miguel Basabe Lopez	
Juan Guzman M.	
Jorge Villomacar	

ESTE FORMATO ES OBLIGACIÓN UTILIZARLO PARA EL MANEJO DE LA COMUNICACIÓN INTERNA EN FERTICOL.



USO INTERNO

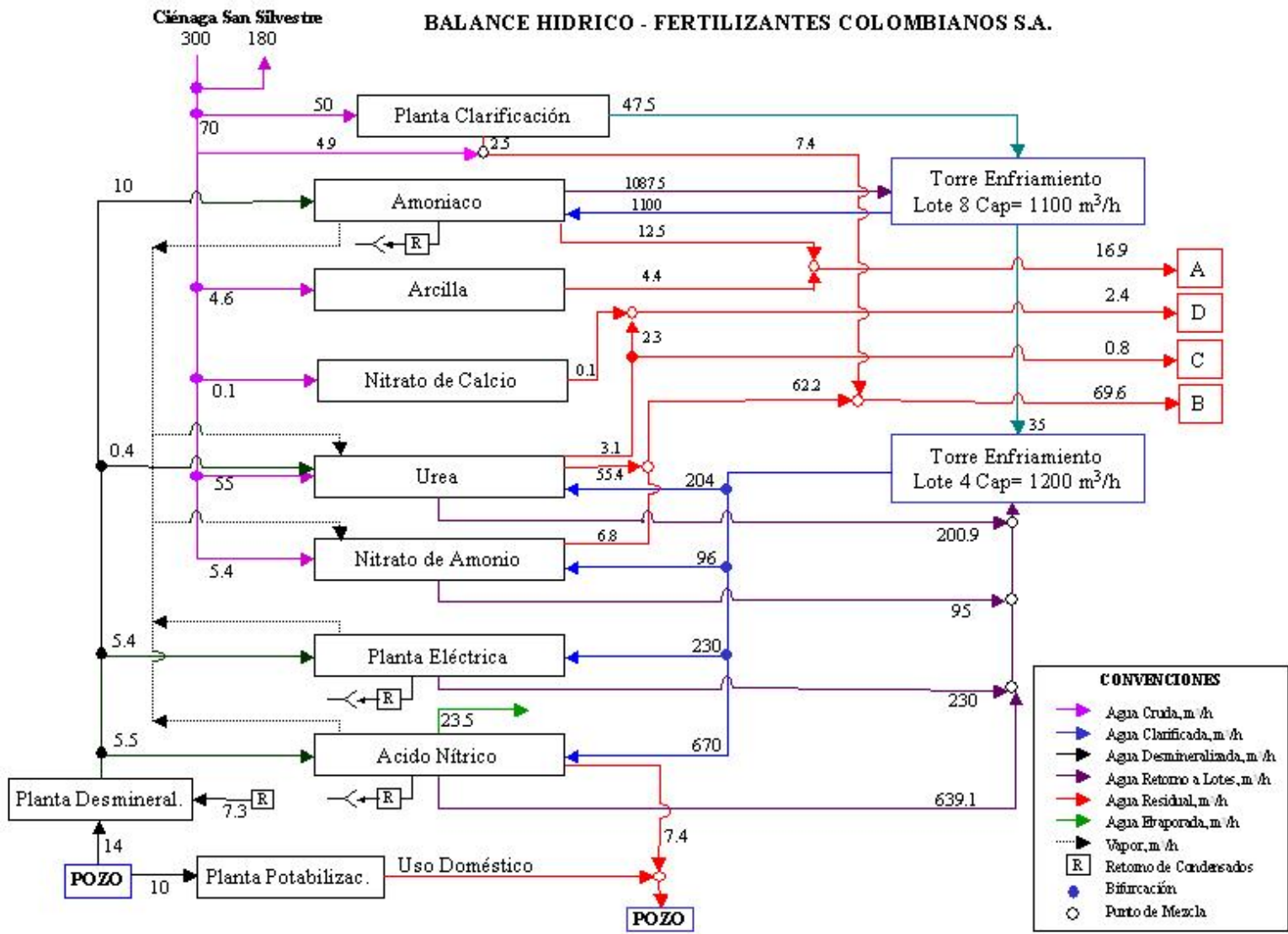
Noviembre 24 de 2004
"COSTOS UNA IMPERIOSA NECESIDAD"

Nombre	Firma
SERGIO GUERRERO A. ALONSO MOYANO	SERGIO G. Alonso Moyano
JAIME BASANTE	Jaime Basante
DOMINGO ALVARADO. Gustavo Moreno	Domingo Alvarado Gustavo Moreno
Gabriel P.	Gabriel P.
Rodrigo Olivos M. Gabriel Robles	Rodrigo Olivos M. Gabriel Robles
NELSON RIVERA AVILA.	Nelson Rivera Avila
Manuel E. Turín T	Manuel E. Turín T
Mercedes Sierra R. Maribel Oviedo	Mercedes Sierra R. Maribel Oviedo
Alexy Hernandez Escobar Walter de la Cruz	Alexy Hernandez Escobar Walter de la Cruz
José Medina	José Medina
César A. Barbosa G	César A. Barbosa G
Ruberlin Bautista A	Ruberlin Bautista A
Luis Arturo Escobar	Luis Arturo Escobar

ESTE FORMATO ES OBLIGACIÓN UTILIZARLO PARA EL MANEJO DE LA COMUNICACIÓN
INTERNA EN FERTICOL.

ANEXO 07
BALANCE HIDRICO

BALANCE HIDRICO - FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.



ANEXO 08
PRECUPUESTO CIF 2005
PLANTA DE ARCILLA



FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.
Barrancabermeja

PRESUPUESTO DE COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN
PLANTA DE ARCILLA AÑO 2005

ITEM	VALOR
SEGUROS	\$2.516.705,67
Sustracción y Hurto	1.861.961,06
Colectivo de Vida	368.818,51
De Manejo	285.926,10
SERVICIOS	\$6.458.362,91
Aseo y Vigilancia	672262,88
Asistencia Técnica	625040,025
Transporte, Fletes y Acarreos	5161060
DIVERSOS	\$2.065.451,76
Elementos de Aseo	11.195,81
Útiles, Papelería y Fotocopias	9.043,50
Taxis y Buses	260.591,33
Casino y Restaurante	1.784.621,12
MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	\$22.501.127,18
Construcciones y Edificaciones	11.804.606,00
Maquinaria y Equipos	1.323.710,61
Puesta en Marcha en Plantas	9.203.470,00
IMPUESTOS	\$1.403.985,88
A la propiedad raíz	1.403.985,88
DEPRECIACIÓN	\$12.140.654,10
Maquinaria y Equipo	12.140.654,10
CONTRATOS DE SERVICIO	\$12915188,67
Civiles	7714502,87
Aseo y Limpieza en Plantas	5.200.685,80
PIEZAS, PARTES Y SUMINISTROS	\$5672283,871
COMBUSTIBLES, LUBRICANTES Y AUTOMOTORES	\$26110,83855
HERRAMIENTAS	\$175681,8705
ELEMENTOS DE SEGURIDAD	\$58681,45265
MATERIALES Y ACCESORIOS	\$39932213,64
TOTAL COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN	\$105.866.447,83

ANEXO 09
PRECUPUESTO CIF 2005
PLANTA DE AGUA



FERTILIZANTES COLOMBIANOS S.A.

Barrancabermeja

PRESUPUESTO DE COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

PLANTAS DE AGUAS AÑO 2005

ITEM	VALOR
SEGUROS	961418,335
Colectivo de Vida	229248,335
De Manejo	732170
SERVICIOS	4.411.390,72
Aseo y Vigilancia	816.008,74
Asistencia Técnica	296.396,98
Transporte, Fletes y Acarreos	3.298.985,00
DIVERSOS	7867838,759
Elementos de Aseo	1345989,762
Útiles, Papelería y Fotocopias	452103,7815
Taxis y Buses	1287612,73
Casino y Restaurante	4782132,485
MANTENIMIENTO Y REPARACIONES	48.081.866,86
Construcciones y Edificaciones	147.700,00
Maquinaria y Equipos	39.289.535,63
Flota y Equipos de Transporte	36.714,00
Puesta en Marcha en Plantas	8.607.917,23
ADECUACION E INSTALACION	846.128,99
Reparaciones Locativas	846.128,99
IMPUESTOS	8.726.837,62
A la propiedad raíz	8.726.837,62
DEPRECIACIÓN	65.042.742,90
Maquinaria y Equipo	49.200.684,60
Acueducto, Plantas y Redes	15.842.058,30
Piezas, partes y suministros	11.850.394,92
Combustibles, Lubricantes y Automotores	557.322,11
Herramientas	91.922,75
Elementos de Seguridad	225.603,58
Piezas, partes y suministros automotor	60.774,15
TOTAL COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION	83.681.498,79

ANEXO 10
CARTA ENTREGA DE MANUALES



FERTICOL S. A.

FERTILIZANTES COLOMBIANOS S. A.
EN REESTRUCTURACIÓN
Barrancabermeja

**LA COORDINADORA DE CAPACITACION Y BIENESTAR DE
PERSONAL**

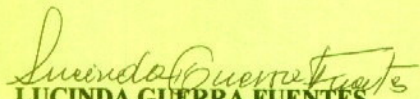
CERTIFICA QUE:

La Estudiante en Práctica Empresarial de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander CAROLINA DIAZ BETANCUR, hizo entrega a la Biblioteca de la Compañía tres manuales denominados:

**CURSO BASICO DE INSTRUMENTACION
CURSO BASICO DE COSTOS
MANUAL DEL USUARIO**

Los cuales fueron revisados y aprobados por los Jefes de Instrumentos, Contabilidad y Sistemas respectivamente.

En constancia firma, a los 5 días del mes de marzo de 2005.


LUCINDA GUERRA FUENTES
Coor. Capacitación y Bienestar

Misión: " Producir y comercializar nutrientes para abonar el campo "

Bogotá D.C. Trans. 6 N° 27-10 Piso 3° Tel.: 2822486 - 2821969 - Fax: 3424736 E-mail fertibog@telecom.com.co
Barrancabermeja B. Las Granjas Telf 621 65 17 /19/20/21/22/23 - Fax: 621 65 15 - 610 29 77 /76 A.P. postal # 42
E-MAIL: -ferticol@telecom.com.co - fertibar@telecom.com.co