

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE APROVISIONAMIENTO Y GESTIÓN DE
INVENTARIOS MEDIANTE EL DISEÑO DE UN MODELO DE
REABASTECIMIENTO PARA C.I. PRODECO S.A.**

MARIANTONIETA ESTEFANÍA MOLINA MANTILLA

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

2011

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE APROVISIONAMIENTO Y GESTIÓN DE
INVENTARIOS MEDIANTE EL DISEÑO DE UN MODELO DE
REABASTECIMIENTO PARA C.I. PRODECO S.A.**

MARIANTONIETA ESTEFANÍA MOLINA MANTILLA

**Práctica Empresarial como requisito para optar al título de
Ingeniera Industrial**

**Director,
CARLOS EDUARDO DÍAZ BOHÓRQUEZ
Magister en Ingeniería Industrial**

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

2011

DEDICATORIA

A la vida por permitirme tener una familia, pertenecer a una sociedad y a un país a los que represento con mis actos, y quiero dejar en alto, con mi ejemplo como buena ciudadana y mi desempeño en todos los ámbitos.

A Dios por darme la vida y tener una misión para mí en el mundo, presentarse ante mí con su poder, permitirme conocerlo, estar en mi corazón y darme la convicción de buscarlo primero a él, de creer en él, obedecerle y seguirlo para que oriente mi vida y mis decisiones, y sea feliz siguiendo su voluntad. Por enseñarme con experiencias que lo que ocurra, siempre me llevará a tener mejores oportunidades para triunfar y destacarme.

A las personas que tienen deseos de ser profesionales para que mantengan firme este sueño, luchen con entusiasmo y logren los mejores resultados, superando todo tipo de dificultades. Sepan que nada es imposible, que nunca es tarde y no deben darse por vencidos. Porque lograr esta meta marcará la diferencia en su vida y en la vida de quienes los rodean, además, como buenos profesionales serán un ejemplo a seguir para las futuras generaciones.

A las personas que tienen los medios para ser profesionales y se encuentran dudosos o reacios a serlo, para que no tenga miedo de triunfar y destacarse, porque ustedes tienen mayor potencial pero se dejan invadir por pensamientos negativos. Aprovechen el estudio como una linda oportunidad para adquirir nuevos conocimientos y una visión amplia de la vida, para entender cómo funcionan las cosas en el mundo. No le den gusto a las personas que quieren verlos inconformes y desanimados, marquen la diferencia y esfuércense por superar los mayores retos para que luego obtengan admiración de los demás y sean un ejemplo de valentía y determinación.

A mis padres, por decidir mi nombre, por brindarme todo su amor, educarme con valores morales y espirituales, y permitirme reafirmar estas enseñanzas por medio de su comportamiento ejemplar. Por enseñarme a amar a Dios y todo cuanto me rodea, por inculcarme ser cada día una persona mejor que le aporte cosas buenas a la sociedad. Por brindarme una formación con seguridad, confianza en mí misma, inculcarme que era una persona valiosa, con lindas cualidades, incrementando mi autoestima, ya que siempre me hicieron sentir como alguien que se destaca entre los demás, con humildad y alegría. Por corregirme con justificaciones, y permitirme reconocer mis errores, aprendiendo las consecuencias que estos podrían ocasionar. Por enseñarme a ser independiente y lograr los propósitos por mis propios medios, con la firme convicción de alcanzar los mejores resultados en todo lo que hacía.

A mis abuelitos, por acogerme en su hogar, brindarme todo su cariño, sus cuidados y protección. Por inculcar en mí valores morales y los deseos de superarme y salir adelante, sin desfallecer en mis propósitos. Especialmente a mi abuelita Leonor por sus enseñanzas de la vida y de las consecuencias de mis decisiones; por su lucha diaria, tenacidad, ayuda y colaboración incansable y por ser el pilar de nuestras familias.

A mis sobrinas Sol y Avril y mis primitos Camilo Andrés, Sofía, María José, María Alejandra, Gabriela y Juan Camilo, porque como futuras generaciones de la familia son un motorcito que me impulsa a lograr mis metas, convertirme en su ejemplo y orientación; ayudarlos a educar, enseñarles mensajes de vida, resolver sus inquietudes e indicarles cómo proceder con amor y buenas explicaciones.

A mis hermanos José Leonardo, Ricardo José y José Alfonso por ser mi compañía, consentirme, llenarme de su amor y admiración.

A Leito por ser un hermano, cariñoso, tierno, genial, cómplice, colaborador, honesto y leal, por tener los mejores deseos para mi vida y querer que siempre trabajemos en equipo para salir adelante y alcanzar nuestros sueños.

A mi novio hermoso "Fede" por ser un regalo de Dios en mi vida, por ser la persona excepcional que siempre quise encontrar. Por llenarme de amor, consentimientos, alegría, creatividad, motivación y fe. Porque me impulsa a cumplir las metas sin dudar y de manera efectiva en el menor tiempo posible. Por su apoyo incondicional y buscar mi agrado y felicidad siempre. A su familia, especialmente su mami, y su primo por ayudarme en momentos de dificultad y enseñarme que se debe luchar hasta último momento por cumplir los propósitos.

A mi tía Enna y mi prima Maryori por preocuparse por mí, brindarme su cariño, cuidarme, protegerme, apoyarme con mis metas, alentarme y darme consejos, colaborarme y ser un ejemplo de valores, perseverancia y lucha para mi vida.

A mis primos Luigi, Beto, Camila, Kike, Daniel, Gladys Amanda, Beatriz Helena y Silvia Margarita, por su cariño, sinceridad, confianza, compañía, respaldo, alegría y por compartir conmigo lindos momentos de felicidad.

A mi tía Luz Elena, por su cariño, comprensión, consejos, ejemplo de integridad, serenidad, paciencia y disciplina para alcanzar grandes metas y ser feliz.

A mis tías Amanda, Evita, Yamile y Chavita, y mis tíos Roberto, Nestor Guillermo y Félix, por ser mi ejemplo de vida, alentarme a tener perseverancia, darme motivación, colaborarme siempre, confiar en mis capacidades y sentirse orgullosos de mí.

A mis familiares y amigos en Becerril, Valledupar, Barranquilla y Comodoro Rivadavia (Argentina). Porque los llevo en mi corazón y les agradezco por los

momentos de felicidad que compartieron conmigo. Gracias por su gran aprecio, respeto y admiración, por enseñarme a hacer de las pequeñas cosas, situaciones maravillosas y por impulsarme a lograr mis sueños.

A mi cuñada hermosa, por tenerme paciencia y esperarme hasta terminar mi proyecto de grado para poder viajar a conocer a mis sobrinitas.

A mis amigos de infancia por su amor, compañía inigualable, por sus sonrisas, abrazos y tantos momentos de felicidad. Por ser mi voz de aliento y el espejo en que se ven reflejadas las situaciones de mi vida, por su apoyo y respaldo incondicional.

A todas las personas que han compartido conmigo la alegría de mi formación como profesional y el camino recorrido para obtener mi título de Ingeniera Industrial.

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa su agradecimiento a:

La compañía C.I. PRODECO S.A, Proyecto La Jagua por brindarle la oportunidad de realizar la práctica empresarial en el almacén de la mina de carbón Carbones de La Jagua y realizar un valioso aporte al mejoramiento de los procesos de reabastecimiento mediante la ejecución del presente proyecto.

La Señora Stella Mejía en el Departamento de Recursos Humanos de la mina, por realizar la gestión pertinente para que la autora ingresara a la compañía.

Los jefes y compañeros de trabajo del almacén de la mina y el departamento de compras y suministro de materiales de C.I. PRODECO S.A., por la gran acogida y colaboración brindada durante los meses de práctica, y por su acompañamiento y asesoría en el planteamiento de la idea del presente proyecto.

El ingeniero Manuel Domínguez, por realizar la propuesta a la autora para desarrollar el presente proyecto de grado como aporte para solucionar una necesidad latente en la compañía. Por el respaldo brindado y confiar en las capacidades de la autora para encomendar la elaboración del proyecto.

La ingeniera Karen Alba Mendoza, tutora del proyecto, por realizar con agrado y disposición el acompañamiento en el planteamiento y desarrollo del proyecto, revisión, ajustes, aportes y suministro de información requerida en cada etapa de avance del mismo, y por entablar los contactos con él señor Hernán Restrepo para ponerlo al tanto del presente proyecto de grado.

La señora Olga Díaz, por brindar colaboración oportuna en el suministro de información y gestionar con los diferentes cargos del departamento de compras la asesoría en el desarrollo del presente proyecto de grado; quienes explicaron el funcionamiento del departamento y la forma cómo se llevan a cabo cada uno de los procesos que forman parte del reabastecimiento de materiales.

El señor Hernán Restrepo, Gerente de Inventarios de C.I. PRODECO S.A. por su disponibilidad de tiempo, colaboración y confianza depositada en el planteamiento del presente proyecto y el aporte del mismo para el mejoramiento del proceso de reabastecimiento en la compañía.

Los compañeros de estudio, docentes y personal administrativo de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, por ser artífices en la formación de valores morales y profesionales de la autora, tales como la visión de las metas, proyección de actividades para lograrlas, disciplina, perseverancia, organización, motivación, humildad, espíritu de superación y de enfrentar grandes retos, trabajo en equipo e integración de diversos conocimientos y puntos de vista. Y porque permitieron vivir con satisfacción la realización de sueños propios y los de otros compañeros de estudio.

Al profesor Carlos Eduardo Díaz, por las enseñanzas transmitidas durante su acompañamiento en el desarrollo del proyecto, por tomar este proyecto como suyo y contribuir con cariño y dedicación al desarrollo del mismo. Por la admiración, respeto, amabilidad y confianza que depositó en la autora, por inculcarle que estaba para cosas grandes, que le esperaban las mejores oportunidades en las cuáles podía destacarse. Por facilitar y motivar la ejecución del trabajo, sugiriendo la metodología más sencilla para desarrollar cada etapa. Por permitir a la autora buscar y encontrar las soluciones por deducción propia, recordando los conceptos teóricos adquiridos durante la formación académica, aplicándolos de manera adecuada a las situaciones reales de una empresa.

A los compañeros de trabajo y jefes de las empresas en las que ha laborado, por brindar a la autora la oportunidad de estar vinculada a sus compañías, disfrutar del trabajo, en un excelente ambiente laboral y de manera simultánea adquirir conocimientos mediante una percepción real de la actividad empresarial, viviendo las experiencias organizacionales, con propuestas, planes de trabajo, desarrollo y ejecución de actividades, medición, revisión y análisis de resultados reales y del impacto generado por el trabajo desarrollado, en la operación productiva de la compañía. Por la admiración brindada a la autora como persona y como profesional, por confiar en sus capacidades profesionales, su lealtad y buena disposición para el trabajo. Por la motivación, palabras de aliento apoyo y comprensión brindada durante el desarrollo del presente proyecto de grado. Por propiciar un aprendizaje continuo, ampliar la visión del desempeño laboral y las expectativas por adquirir mayor capacitación y tener una participación destacada en los proyectos de los cuales forme parte.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	24
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	25
1.1 TITULO	25
1.2 MODALIDAD	25
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.4 ALCANCE	29
1.5 OBJETIVOS	30
1.5.1 Objetivo General	30
1.5.2 Objetivos Específicos	31
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	33
2.1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	33
2.2. RAZÓN SOCIAL	34
2.3. TIPO DE EMPRESA	34
2.4. RESEÑA HISTÓRICA	34
2.5. MISIÓN	34
2.6. VISIÓN	35
2.7. DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN MINERA EN LA EMPRESA	35
2.7.1. Descripción de la Cadena de Suministro del Carbón	35
2.7.2. Descripción de la Operación Minera en la empresa	36
2.8. MINA DE CARBÓN CARBONES DE LA JAGUA	38
2.8.1. Información General	38
2.8.2. Organización de la mina de carbón.	39
2.9 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE ABASTECIMIENTO EN LA MINA	39
2.9.1. El suministro de productos a la mina de carbón	40
2.9.2. Descripción del Departamento de Compras y Suministro de Materiales	41
2.9.3. Flujo de suministro de productos a la operación minera.	42
2.9.4. Objetivos del Departamento de Compras.	43
2.9.5. Organización del Departamento de Compras	43
2.9.6. Gestión del Inventario	43

2.9.8. Almacenamiento y Control Físico del Inventario.	46
2.9.9 Entrega de productos a los clientes internos	48
3. MARCO REFERENCIAL	50
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN EN EL ENTORNO EMPRESARIAL	50
3.2 MARCO TEÓRICO	51
3.2.1 Compras y el proceso de Reabastecimiento	51
3.2.2 Gestión del Almacén: Administración y Control del Inventario	53
4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	58
4.1 ETAPAS DEL PROYECTO	58
5. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE PROCESOS	63
5.1 PROCESO DE REPOSICIÓN DEL INVENTARIO	67
5.1.1. Análisis de consumo del cliente interno	70
5.1.2. Pronóstico de la demanda	72
5.1.3. Cálculo de necesidades de inventario (cantidad a pedir).	72
5.1.4. Costos de inventario.	76
5.1.5. Tiempo de entrega	76
5.1.6. Planeación del inventario en un horizonte de tiempo	77
5.2. CONTROL Y GESTIÓN DE INVENTARIO	77
5.2.1. Niveles de inventario.	77
5.3. APROVISIONAMIENTO	80
5.3.1. Consolidación del pedido	80
5.3.2. Negociación con los proveedores	81
5.3.3. Lanzamiento de la orden de compra	82
5.3.4. Gestión de proveedores y seguimiento a la entrega de la orden de compra	83
5.3.5. Transporte	84
5.4. OBTENCIÓN DEL PRODUCTO Y ALMACENAMIENTO	85
5.4.1. Obtención del producto	85
5.4.2. Almacenamiento	85
5.5. DESPACHO AL CLIENTE	85
5.6. PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA OPERACIÓN DE SUMINISTRO	86
5.7. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LOS PROCEDIMIENTOS Y LA CONEXIÓN ENTRE LOS MISMOS	88

5.8. ASPECTOS SUSCEPTIBLES DE MEJORA	90
6. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	93
6.1. REPOSICIÓN DEL INVENTARIO	95
6.1.1. Análisis de consumo del cliente interno	95
6.1.2. Determinación de la cantidad a pedir.	97
6.2. ENTREGA DE PRODUCTOS A LOS CLIENTES	107
6.3. SISTEMA DE INFORMACIÓN	108
6.4. PLANEACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE SUMINISTRO.	111
7. PRUEBA PILOTO	114
7.1. IDENTIFICACIÓN DE UN GRUPO DE ELEMENTOS DE INVENTARIO Y HORIZONTE DE PLANEACIÓN	115
7.2. ASIGNACIÓN DE UN PROVEEDOR A ESTE GRUPO DE INVENTARIOS	117
7.3 SOLICITAR LOS DATOS DE DEMANDA PROGRAMADA CON ANTICIPACIÓN	118
7.4 CÁLCULOS PREVIOS PARA INGRESAR AL MODELO	121
7.5 DATOS DE ENTRADA A LA FORMULACIÓN DEL MODELO Y CÁLCULOS INTERNOS DEL MODELO.	126
7.6 ELABORACIÓN DEL HORIZONTE DE PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO A LOS NIVELES DE INVENTARIO.	129
7.7 COMPARACIÓN DE RESULTADOS MODELO PROPUESTO Vs. MODELO ANTERIOR.	131
8. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA	135
8.1. IMPLEMENTACIÓN INICIAL	137
9. CONCLUSIONES	141
10. RECOMENDACIONES	145
BIBLIOGRAFÍA	148
ANEXOS	151

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Supuestos del Modelo de Reabastecimiento.	99
Tabla 2. Elementos de Protección Personal	116
Tabla 3. Asignación de proveedores	118
Tabla 4. Consolidación de demanda en cada período por elemento.	121
Tabla 5. Costos de almacenamiento.	123
Tabla 6. Costos de pedir – Método anterior	124
Tabla 7. Costo de Pedir – Método Propuesto	125
Tabla 8. Tiempo de entrega total	126
Tabla 9. Consolidación de pedidos durante el Horizonte de Planeación. Parte I	129
Tabla 10. Consolidación de pedidos durante el Horizonte de Planeación. Parte II	130
Tabla 11. Ahorro en los Costos por Pedir durante el año de prueba.	132
Tabla 12. Ahorro en los Costos por Almacenamiento durante el año de prueba.	133
Tabla 12. Ahorro en los Costos por Unidades Compradas durante el año de prueba.	133

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Actores del suministro de elementos a la mina de carbón.	26
Figura 2. Situaciones que evidencian problemas en el reabastecimiento.	28
Figura 3. Cadena de Suministro del Carbón	36
Figura 4. Actividades que constituyen la operación minera.	37
Figura 5. Organigrama mina de Carbón Carbones de la Jagua.	39
Figura 6. Suministro de productos a la operación minera.	41
Figura 7. Flujo de suministro de productos	42
Figura 8. Organigrama División Financiera y Departamento de Compras.	44
Figura 9. Organigrama del Departamento de Inventarios.	46
Figura 10. Organigrama del almacén.	48
Figura 11. Etapas del proyecto	58
Figura 12. Procesos logísticos para el suministro de productos a la mina.	63
Figura 13. Propuestas de mejora generales	90
Figura 14. Programación de la Demanda consolidada por grupos de inventario.	96
Figura 15. Planteamiento del Modelo de Reabastecimiento.	101
Figura 16. Ciclo de Reabastecimiento	102
Figura 17. Horizonte de Planeación de Inventarios	106
Figura 18. Módulos del Software de Reabastecimiento.	109
Figura 19. Procesos – Propuesta Modelo de Reabastecimiento.	112
Figura 20. Selección Grupo de Elementos de Inventario.	115
Figura 21. Fases de Implementación de la Propuesta de Mejora.	136

ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Incremento en los niveles de inventario	1
Anexo 2. Costos por pedir elementos de reposición	2
Anexo 3. Reseña Histórica	3
Anexo 4. Áreas de la mina	5
Anexo 5. Descripción del Departamento de Compras	7
Anexo 6. Tipos de compras y criterios de negociación con los Proveedores	11
Anexo 7. Descripción del Inventario	17
Anexo 8. Control de Inventarios en el almacén y Descripción del Sistema de Información de Inventarios SISMA	27
Anexo 9. Descripción demanda de los clientes internos de la mina	31
Anexo 10. Proceso actual de suministro en el almacén de la mina	35
Anexo 11. Proceso de suministro sugerido para el diagnóstico	36
Anexo 12. Ciclo de reabastecimiento actual	37
Anexo 13. Elaboración de una requisición	38
Anexo 14. Proceso detallado de reabastecimiento elementos de Reposición	39
Anexo 15. Proceso detallado de reabastecimiento elementos de cargo directo	40
Anexo 16. Prioridad de la compra	41
Anexo 17. Procesos de reabastecimiento	42
Anexo 18. Falta de control en el nivel de consumo de inventario por parte de los clientes internos	51
Anexo 19. Desabastecimiento en Elementos de Inventario Disponible	54
Anexo 20. Requerimientos de emergencia	63
Anexo 21. Implicaciones de las compras de emergencia	63

Anexo 22. En el almacén no se realiza análisis del consumo de los clientes internos para obtener predicciones anticipadas de la demanda	64
Anexo 23. No se realiza pronóstico de la demanda	66
Anexo 24. No se tienen en cuenta la Gestión y Planeación de Inventarios para determinar la cantidad que se debe requerir	81
Anexo 25. Requisiciones del mismo producto realizadas con frecuencia inferior a 10 días	86
Anexo 26. Elementos con requisiciones de frecuencia inferior a 10 días	87
Anexo 27. No se controlan los niveles de servicio y de seguridad del Inventario	89
Anexo 28. Inventarios por fuera de los niveles máximos y mínimos durante prolongados períodos de tiempo	93
Anexo 29. No se controlan los niveles de inventario	94
Anexo 30. Los costos de inventario no se tienen en cuenta para determinar la cantidad a pedir	95
Anexo 31. No se conoce el Tiempo de entrega por proveedor, ni por grupos de productos	95
Anexo 32. No se realiza Planificación de Inventarios	99
Anexo 33. El inventario de materiales no se mantiene en los niveles de existencias adecuadas de acuerdo al uso para el que se destina	99
Anexo 34. Los elementos pasan del estado por debajo del mínimo al estado desabastecido	99
Anexo 35. Altos niveles de inventario en el almacén	101
Anexo 36. No existe una clasificación de acuerdo a la importancia del inventario, para hacer más eficiente su administración y control	102
Anexo 37. Proceso de aprovisionamiento	102
Anexo 38. Las requisiciones se realizan con el listado de diversos productos, de manera continua, todos los días	104
Anexo 39. Requisiciones y órdenes de compra realizadas con frecuencia inferiores a un día	104

Anexo 40. Variabilidad en el Tiempo de Entrega (Lead Time) del Proveedor	107
Anexo 41. No existen procesos de negociación a largo plazo con los proveedores	108
Anexo 42. Caso del mismo código suministrado por dos proveedores diferentes	108
Anexo 43. No hay consolidación de los pedidos por grupos de productos, y proveedores en todos los almacenes	109
Anexo 44. Seguimiento a los proveedores	109
Anexo 45. No existe una metodología de medición y control que se encargue de la Gestión de los Proveedores y de los Procedimientos de Compras	110
Anexo 46. La consolidación de pedidos en la empresa transportadora hasta internacional no es considerada	111
Anexo 47. Proceso de Recepción del producto en el almacén de la mina	112
Anexo 48. Procesos desarrollados en el almacén de la mina	113
Anexo 49. Funciones realizadas por el personal del almacén	113
Anexo 50. Procedimiento de despacho de productos a los clientes Internos	115
Anexo 51. No se mide el nivel de servicio y el nivel de satisfacción del cliente interno	116
Anexo 52. Indicadores del Departamento de Inventarios	117
Anexo 53. Se debe mejorar la gestión de los procesos y del recurso humano en las áreas de aprovisionamiento	118
Anexo 54. Los procedimientos, objetivos e indicadores en los procesos de suministro no se encuentran estandarizados	118
Anexo 55. Se presentan errores en la precisión de la información presentada por el sistema de inventarios, con relación a la información real	119
Anexo 56. Deficiencias en la trazabilidad realizada al movimiento del inventario	120
Anexo 57. Deficiencias en la integración de la información entre los procesos de suministro	120

Anexo 58. Propuesta de Mejora para Reposición de Inventarios	121
Anexo 59. Propuestas de mejora para Gestión del inventario físico	122
Anexo 60. Propuesta de Mejora para Aprovisionamiento	123
Anexo 61. Propuesta de Mejora para Despacho al cliente	124
Anexo 62. Propuesta de Mejora para Planeación y Control del Proceso de Suministro	125
Anexo 63. Propuesta de Mejora para Sistema de Información	126
Anexo 64. Programación anticipada de consumos por actividades	127
Anexo 65. Datos horizonte de planeación de inventarios	128
Anexo 66. Formulación del modelo de reabastecimiento	135
Anexo 67. Modelo de Consumo para despacho a los usuarios	144
Anexo 68. Planeación y suministro de información por los actores del reabastecimiento	144
Anexo 69. Flujo de Información Software de Reabastecimiento	146
Anexo 70. Manual del Usuario	148
Anexo 71. Proceso de Reabastecimiento Propuesto	154
Anexo 72. Indicadores propuestos – Modelo de Reabastecimiento	156
Anexo 73. Selección de proveedores para los elementos de protección personal	157
Anexo 74. Períodos de demanda utilizada para la prueba piloto	159
Anexo 75. Porcentaje de Consumo de Elementos de Protección Personal	160
Anexo 76. Programación anticipada de la demanda en los grupos de inventario propuestos	161
Anexo 77. Costos de almacenamiento	168
Anexo 78. Costos de pedir	171
Anexo 79. Tiempo de entrega total	177
Anexo 80. Horizonte de Planeación	179
Anexo 81. Información general de reabastecimiento	194
Anexo 82. Información de niveles de inventario	195
Anexo 83. Información de almacenamiento	196

Anexo 84. Gráficas de Inventario Final de cada elemento. Modelo Propuesto	197
Anexo 85. Análisis de Desabastecimiento	201
Anexo 86. Proceso de Reabastecimiento Simultáneo en los almacenes adscritos a C.I. Prodeco S.A.	202
Anexo 87. Presupuesto requerido para la implementación de la Propuesta de Mejora y Recuperación de la inversión	203

RESUMEN

TITULO DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE APROVISIONAMIENTO Y GESTIÓN DE INVENTARIOS MEDIANTE EL DISEÑO DE UN MODELO DE REABASTECIMIENTO PARA C.I. PRODECO S.A.*.

AUTORA: MARIANTONIETA MOLINA MANTILLA**

PALABRAS CLAVES: MODELO DE REABASTECIMIENTO, APROVISIONAMIENTO, INVENTARIOS, PROGRAMACIÓN, DEMANDA.

CONTENIDO: Este trabajo de grado se realizó en el almacén de la mina Carbones de la Jagua, adscrita a C.I. PRODECO S.A. Compañía dedicada a la explotación y comercialización de carbón. El trabajo está enfocado en el proceso de reabastecimiento de inventarios del Departamento de Inventarios y se vincula con los procesos del área Almacén y del Departamento de compras.

El documento se estructuró bajo una metodología que incluye diagnóstico de las actividades del proceso de suministro de elementos al almacén de la mina, requeridos para realizar la operación minera. En el diagnóstico se identifican las situaciones susceptibles de mejora, luego se plantea una propuesta para mejorar el desempeño de los procesos de reabastecimiento vigentes. El eje central de la propuesta es el diseño del modelo de reabastecimiento, cuyos resultados son validados en una Prueba Piloto de aplicación del modelo en el reabastecimiento del almacén, empleando datos reales. Finalmente los resultados de la Prueba Piloto son comparados con el desempeño del reabastecimiento real sin el modelo para el mismo período de tiempo.

El texto se encuentra dividido en 8 capítulos: Generalidades del proyecto, descripción general de la empresa, marco teórico, metodología para el desarrollo del proyecto, diagnóstico y análisis de procesos, descripción de la propuesta de mejora, prueba piloto, implementación de la propuesta de mejora.

El proyecto plantea la implementación del modelo de reabastecimiento, que requiere de una herramienta informática, “software de reabastecimiento”, el planteamiento de un nuevo proceso de reabastecimiento y capacitación de los cargos vinculados en el proceso, para que éste sea ejecutado de manera exitosa y pueda replicarse en otros almacenes adscritos a C.I. Prodeco S.A.

*Proyecto de Grado.

**Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Profesor Carlos DíazBohórquez.

ABSTRACT

PROJECT TITLE: PROVISION PROCESS IMPROVEMENT AND INVENTORIES MANAGEMENT THROUGH A RESUPPLYING MODEL DESIGN FOR C.I. PRODECO INC.*

BY: MARIANTONIETA MOLINA MANTILLA**

KEYWORDS: RESUPPLYINGMODEL, PROVISION, INVENTORIES, PROGRAMATION, DEMAND.

CONTENT: This thesis was carried out at the Jagua Colliery store, attached to C.I. PRODECO Inc. - Company devoted to coal exploitation and commercialization. This paper is an approach to an inventories resupplying process from the Inventories Department and it's linked with the Store area and the Purchasing Department processes as well.

The document was structured under a methodology that includes diagnosis activities of the elements' provision process to the mine store, required for the mining activity itself. In the diagnosis there is some room for improvement to some situations, therefore a development improving proposal is brought up pointing specifically to the actual resupplying processes. The focal point is the design of a resupplying model which results are confirmed through a pilot test of the model's implementation to the store supplying, this by means of actual data. At last, the pilot test's results are compared to the resupplying actual development without the model for the same period of time.

The text is divided in 8 chapters: Project overview, general description of the company, theoretical framework, methodology for the project development, diagnosis and processes analysis, description of the development proposal, pilot test, and development proposal implementation.

This project suggests the implementation of a resupplying model that requires an information technology tool denominated "Software de reabastecimiento" (Resupplying Software), the posing of a new resupplying process and finally the training on related positions in order to be successfully performed and subsequently applied in other stores attached to C.I. Prodeco Inc.

*Project Grade.

**Physicomechanical Engineering Faculty.Industrial and Enterprise Studies School.Director: Carlos Díaz Bohórquez,Teacher.

INTRODUCCIÓN

C.I. Prodeco S.A. ha tenido un notable crecimiento en los últimos años, debido a la adquisición de nuevos proyectos de explotación minera y al incremento en los niveles de producción en las minas de carbón, lo cual genera incrementos en los niveles de inventario de los almacenes. Estos niveles de inventario acarrearán costos de pedir y costos de almacenamiento para la compañía. Por otro lado, se debe mejorar la satisfacción del cliente interno cumpliendo de manera oportuna con la entrega de elementos en el momento y cantidades de acuerdo a la demanda.

Con el fin de disminuir estos costos y mejorar la eficiencia del abastecimiento en la compañía, surge la necesidad de administrar el inventario de manera eficiente, con planeación y optimización de los niveles de inventario, empleando las técnicas de administración científica. Para esto, se propone diseñar un modelo matemático de reabastecimiento y de esta manera surge el desarrollo del presente proyecto.

El desarrollo inicia con el análisis del proceso de reabastecimiento vigente y los resultados del mismo, identificando los principales problemas, sus respectivas causas y consecuencias. Luego se plantea una propuesta de mejora entorno a la implementación del modelo de reabastecimiento en la empresa. Después, se valida la eficiencia de la aplicación del modelo propuesto en el proceso de reabastecimiento de inventarios y finalmente, se elabora una propuesta de implementación para que se analice la posibilidad de ejecutar el presente proyecto, con el fin de contribuir con el mejoramiento de los procesos de aprovisionamiento y gestión de inventarios de la compañía.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 TITULO

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE APROVISIONAMIENTO Y GESTIÓN DE INVENTARIOS MEDIANTE EL DISEÑO DE UN MODELO DE REABASTECIMIENTO PARA C.I. PRODECO S.A.

1.2 MODALIDAD

Práctica Empresarial en Gran Empresa.

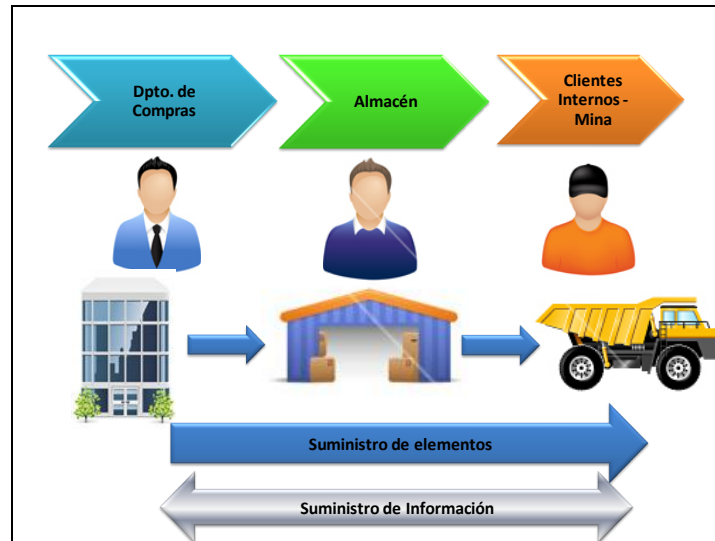
La información presentada en el Proyecto de Grado, corresponde a datos obtenidos durante la experiencia laboral de la autora, en el almacén de la mina Carbones de la Jagua (CDJ) S.A., empresa dedicada a la explotación de carbón a cielo abierto, su comercialización y exportación. El almacén de la mina es una dependencia adscrita al Departamento de Compras y Suministro de materiales de C.I. PRODECO S.A. La compañía proporcionó datos correspondientes a los años 2007, 2008 y 2009 para el desarrollo del presente documento.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El almacén de la mina Carbones de la Jagua S.A. (hoy Proyecto La Jagua), debe suministrar los elementos requeridos para la operación minera a las dependencias de la mina, tales como: mantenimiento, producción, control de calidad, seguridad industrial, entre otras. Los elementos, constituyen el inventario del almacén. Las dependencias mencionadas, son los clientes del almacén (clientes internos), quienes demandan los elementos del inventario. El aprovisionamiento de estos

elementos está a cargo del Departamento de Compras y Suministro de materiales de C.I. PRODECO S.A. (Ver Figura 1).

Figura 1. Actores del suministro de elementos a la mina de carbón.



Fuente: Autor del proyecto

A continuación se explica que sucesos generaron la necesidad de tomar medidas en los procesos de abastecimiento y motivaron el planteamiento del presente trabajo de grado.

Según Salvador Mercado un objetivo de las compras es: “*satisfacer los requerimientos del cliente en el momento oportuno*”¹ y Según William Mayard “*optimizar el inventario (minimizando los costos de inventario y la obsolescencia)*”². Sin embargo, los procesos que constituyen el suministro de elementos al almacén de la mina, no están cumpliendo los objetivos mencionados, porque el proceso de reabastecimiento no funciona de manera eficiente.

¹MERCADO, Salvador H. Compras Principios y Aplicaciones. 3ª ed. México: Limusa Noriega Editores, 2005, p. 14.

² MAYARD, William K. HODSON. Manual del Ingeniero Industrial. 4ª ed. México: Mc Graw Hill, 2001, p. 10.59 y 10.83.

La reposición de inventarios o reabastecimiento es un proceso reactivo, se efectúa después que el inventario final del elemento se encuentra “desabastecido”³. Las cantidades pedidas no prevén necesidades futuras de los clientes, quienes se encuentran inconformes con el sistema de reabastecimiento debido a que en ocasiones los elementos demandados no se encuentran disponibles en inventario. Las situaciones que evidencian deficiencias del reabastecimiento en la mina de carbón, serán descritas con un ejemplo que representa hechos frecuentes en el almacén, cuando un elemento es solicitado por el cliente interno y se encuentra “desabastecido”. (Ver Figura 2). Las situaciones susceptibles de mejora son detalladas en el Capítulo 3, del presente documento, en dónde se hace un diagnóstico de las condiciones actuales del reabastecimiento en la mina. Estas situaciones son mencionadas en la sección 5.1 del presente proyecto y el análisis detallado de su ocurrencia se presenta en el Anexo 19.

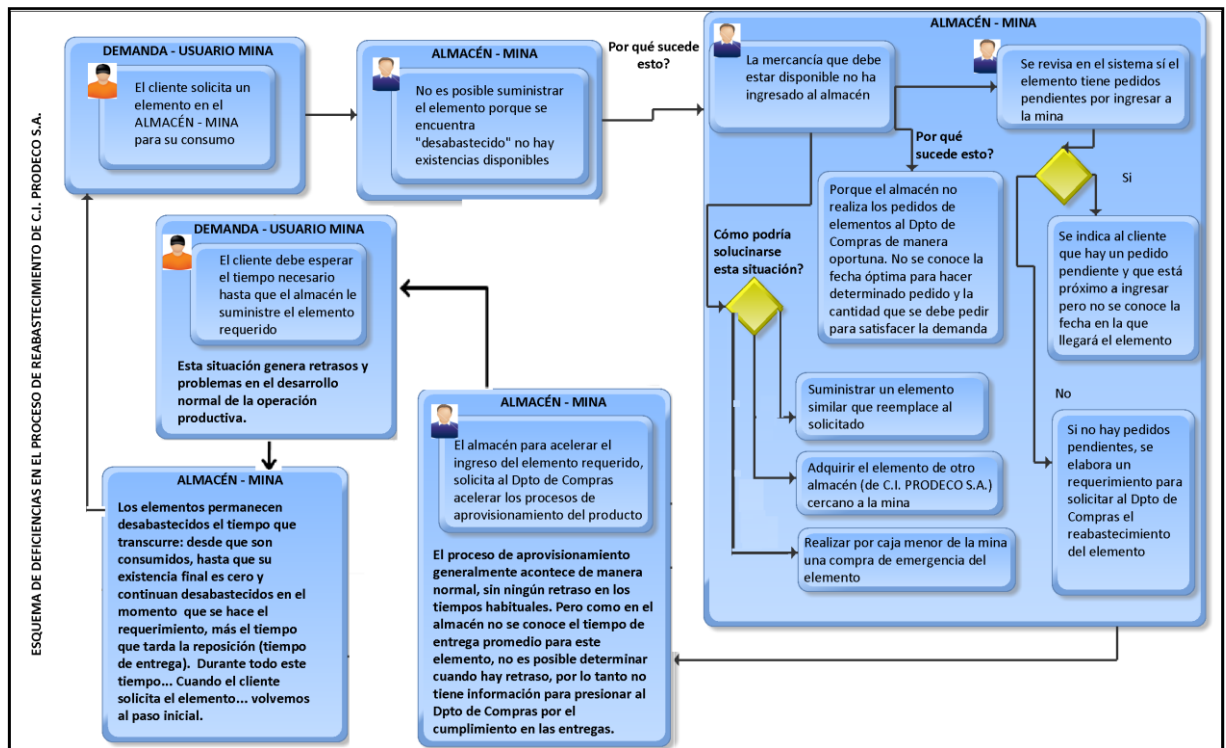
Desabastecimiento en Elementos de Inventario Disponible

Las deficiencias en el reabastecimiento presentadas en la Figura 2, son causadas por errores cometidos en las decisiones relacionadas con la reposición de inventario, es decir, cuánto y cuándo requerir un elemento. Para garantizar la satisfacción del cliente y responder la demanda del elemento se toman medidas como:

- a) Las compras entre minas: ocasionan faltantes en el inventario y por consiguiente nuevos desabastecimientos en el almacén que suministró elemento.
- b) Las compras urgentes (o de emergencia): incrementan los costos de inventario, porque cuando el elemento pendiente por ingresar, llega al almacén, y no presenta demanda, genera sobreabastecimiento.

³Un elemento se encuentra desabastecido cuando pertenece al Inventario de reposición y su existencia final en inventario es igual cero.

Figura2. Situaciones que evidencian problemas en el reabastecimiento.



Fuente: Autora del proyecto.

Las medidas no solucionan el problema, debido a que la existencia disponible (con la medida tomada) resuelve sólo una necesidad particular y no el problema de reabastecimiento. Como se observa en el esquema este problema se convierte en un suceso cíclico: el cliente solicita el elemento nuevamente y éste se encuentra desabastecido.

Por lo tanto, el Departamento de Compras y suministro de materiales, no cuenta con un modelo de abastecimiento estandarizado, óptimo y eficiente. El cual pueda replicarse en las minas y almacenes adscritos a C.I. Prodeco S.A.

Adicionalmente, la compañía ha tenido un notable crecimiento en los últimos años, teniendo en cuenta el incremento en los niveles de inventario (Ver Anexo 1), donde el valor del inventario disponible en el almacén CDJ de la compañía se ha incrementado 5% de noviembre de 2007 a diciembre de 2008 y 16% de diciembre

de 2008 a mayo de 2009; la cantidad de referencias catalogadas entre noviembre de 2007 y diciembre de 2008 han tenido un incremento de 74%. Los costos de pedir, para elementos de reposición también tuvieron un notable incremento de 43%, comparando la cantidad total de órdenes de compra realizadas el año 2008 respecto a la cantidad total de órdenes de compra realizadas en el 2007 (Ver Anexo 2).

Los síntomas de deficiencia en el reabastecimiento y el crecimiento de la compañía, indican a los directivos el reto de controlar de manera eficiente el reabastecimiento en cada una de las minas (garantizar cero desabastecimientos) y la necesidad de utilizar la administración científica de inventarios⁴, programación y planeación de los requerimientos para cumplir con los objetivos de aprovisionamiento y disminuir los costos de inventario. Adicionalmente, la empresa debe proyectar las medidas tomadas a una aplicación acorde con las condiciones actuales del entorno logístico y de tecnologías de información, como se plantea en el presente trabajo. En el cual, se indica cómo mejorar las condiciones actuales del proceso de reabastecimiento, solucionando los problemas mencionados.

1.4 ALCANCE

La idea principal del proyecto consiste en mejorar la gestión de los procesos de aprovisionamiento mediante el diseño y desarrollo un modelo de reabastecimiento, que permita unificar el proceso de reabastecimiento en todos los almacenes del Departamento de Compras de C.I. Prodeco S.A.: Calenturitas, Puerto, Carbones de la Jagua, Consorcio Minero Unido, Carbones el Tesoro, los tres últimos denominados actualmente Proyecto La Jagua; cuya aplicación garantice mejorar la eficiencia en el abastecimiento de elementos y materiales.

⁴ HIELLIER Frederick S., LIEBERMAN Gerald J. Investigación de Operaciones. 7ª ed. México: Mc Graw Hill, 2004, p. 936.

El Modelo debe realizar una oportuna programación del abastecimiento garantizando la disponibilidad de existencias en el volumen requerido, tiempo oportuno y lugar adecuado, para el consumo de los clientes de las diferentes áreas de la mina. Y constituye un protocolo para la creación de la política de reabastecimiento de un ítem o un grupo de ítems.

El Modelo de Reabastecimiento propuesto será aplicado (prueba piloto) a una muestra de ítems convenida por la empresa, para realizar la validación de su funcionamiento y analizar los resultados que este presenta.

Además, el alcance incluye la elaboración de un Manual de aplicación del Modelo de Reabastecimiento dirigido al personal que labora en los niveles operativo, administrativo y directivo de la cadena de abastecimiento, con el fin de apoyar futuras aplicaciones del modelo en gran parte o la totalidad del inventario de C.I. Prodeco S.A, garantizando la continuidad de dicho modelo, y su constante actualización.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General. Diseñar un modelo de operación conjunta para el abastecimiento de los almacenes adscritos al Departamento de Compras de C. I Prodeco S.A. Este modelo permite estandarizar y unificar los procesos de reabastecimiento, administración y control del inventario en los almacenes. El modelo pretende mejorar la labor de la cadena de aprovisionamiento, asegurando el abastecimiento oportuno, que a su vez permite el desempeño eficiente de las operaciones mineras.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Medir el nivel de satisfacción de las expectativas y necesidades de los clientes internos (áreas de la operación minera). Realizar una adecuada valoración del inventario, la gestión de inventarios y el abastecimiento en la empresa. Esto, mediante un diagnóstico del estado actual de los inventarios y el desabastecimiento en el almacén, del cumplimiento de los objetivos de los Procesos relacionados con el Reabastecimiento y del nivel de satisfacción del cliente interno, utilizando los indicadores vigentes y otros planteados en el presente proyecto.
- Diseño, desarrollo y presentación de la propuesta de un Modelo de Reabastecimiento para una muestra de ítems. Una propuesta que permita reestructurar, organizar, unificar y estandarizar el proceso de reabastecimiento en el almacén, mediante la descripción de un proceso de reabastecimiento recomendado considerando los procedimientos, la infraestructura y la organización de la cadena de aprovisionamiento actual de C.I. Prodeco S.A.
- Mejorar los resultados en las condiciones de abastecimiento de un grupo de ítems, mediante la aplicación del Modelo propuesto, realizando una Prueba Piloto en el almacén de la mina Carbones de la Jagua.
- Presentar propuestas adicionales para incrementar la eficiencia en la Gestión de Compras, Proveedores e Inventarios que contribuyen a mejorar las condiciones de abastecimiento, disponibilidad de inventario y la efectividad del Modelo de Reabastecimiento.
- Diseñar con formulación en Excel una Hoja de Cálculo que puede emplearse como herramienta de programación sistemática que apoya el Proceso de Reabastecimiento (Elaboración de Requisiciones, Programación del Consumo,

Despacho de Materiales), de Gestión y Control de Inventarios. Adicionalmente, realizar una descripción de las características del software que requiere el modelo, que se puedan adaptar al Sisma (software de inventarios actual) y desarrollar por el Departamento de Sistemas de la empresa. Que garantice la exactitud en los resultados, acumule información y permita medir el desempeño de dicho modelo, que sea una herramienta eficiente para la toma de decisiones, el seguimiento y el control del proceso de reabastecimiento en el almacén y contribuya a mejorar la futura aplicación del Modelo de Reabastecimiento.

- Realizar el análisis de viabilidad para una futura implementación de la propuesta del Modelo de Reabastecimiento en C.I. Prodeco S.A, aplicada a la totalidad del inventario en los almacenes de las minas y el puerto. Acompañamiento en el proceso de toma de decisiones para adoptar el modelo y ponerlo en marcha dentro del Proceso de Reabastecimiento actual de la empresa.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre: C.I. PRODECO PRODUCTOS DE COLOMBIA S.A.

Dirección: Área Administrativa: Carrera 54 No. 72 – 80 Pisos del 4 al 9. Edificio Centro Ejecutivo 1. Barranquilla, Colombia. Teléfono PBX: (5) 3695500. Fax: 3582825.

Minas de Carbón: La operación minera de C.I. PRODECO S.A. está constituida por las minas: Carbones de la Jagua CDJ S.A., Consorcio Minero Unido CMU S.A., Carbones El Tesoro CET S.A. Estas tres minas actualmente constituyen el grupo operativo: Proyecto La Jagua S.A., localizadas en el Distrito Minero La Jagua, jurisdicción de los municipios Becerril y La Jagua de Ibirico (Cesar)⁵ y, la operación C.I. PRODECO S.A., en la mina Calenturitas, localizada en el corregimiento de La Loma, municipio El Paso (Cesar)⁶.

Puerto de Exportación de Carbón: Puerto Zúñiga, propiedad de C.I. Prodeco S.A. Localizado en la bahía de Santa Marta (Magdalena)⁷.

⁵ ZAPATA PEREZ, Diana Marcela. Resolución número 1456, 15 de agosto de 2008 p.1, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [archivo pdf. en línea] [Colombia]. Consulta en Google [11/06/2011 3:30 p.m].

Disponibile en Internet: http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_1456_150808.pdf

⁶ Servicios Geológicos Integrados SGI Ltda. Actualización del Modelo Hidrogeológico matemático para el área de influencia del proyecto de explotación minera Calenturitas, octubre de 2008 p.12, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [archivo pdf. en línea] [Colombia].

Consulta en Google [10/06/2011 3:30 p.m]. Disponible en Internet: http://www.minambiente.gov.co/documentos/Documento_modelo_hidrogeologico_calenturitas_v1.pdf

⁷ PEREZ ORTIZ, Vomar. Defensor del Pueblo. Explotación, transporte y embarque de carbón en los departamentos de Cesar y Magdalena. Resolución número 54, julio 25 de 2008, Bogotá DC, Defensoría del Pueblo [archivo pdf. en línea] [Colombia]. Consulta en Google [10/06/2011 5:55 p.m]. Disponible en Internet: <http://www.defensoria.org.co/red/anexos/pdf/02/res/defensorial/defensorial54.pdf>

2.2 RAZÓN SOCIAL

Tiene como objeto social extracción, producción, comercialización y exportación de carbón mineral.

2.3 TIPO DE EMPRESA

C.I. PRODECO S.A., pertenece al sector primario de la economía que comprende la explotación directa de recursos naturales del suelo, subsuelo o del mar. La actividad económica que desarrolla es la minería a cielo abierto.

2.4 RESEÑA HISTÓRICA

C.I. PRODECO S.A. es propietaria y opera Calenturitas y La Jagua, operaciones de a cielo abierto de carbón térmico. La compañía tiene su sede en Barranquilla, Colombia y opera como una subsidiaria de Glencore Internacional AG⁸.

La información detallada de la reseña histórica se presenta en el Anexo 3.

2.5 MISIÓN⁹

“Somos una compañía colombiana que extrae y exporta carbón de manera competitiva para satisfacer las necesidades de nuestros clientes y maximizar la rentabilidad de los accionistas.

⁸Informativo: Bloomberg Businessweek [en línea] [Web]. Consulta en Google [10/06/2011 4:50 p.m]. Disponible en Internet:<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://investing.businessweek.com/research/stocks/snapshot/snapshot.asp%3FcapId%3D21811879&ei=zpHyTYbUNIfUtQOyurC3Cw&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=10&ved=0CF8Q7gEwCQ&prev=/search%3Fq%3Dc.i.%2Bprodeco%2Bproductos%2Bde%2Bcolombia%2Bs.a%26hl%3Des%26biw%3D1259%26bih%3D579%26prmd%3Divns>

Operamos con altos estándares de calidad que involucran la seguridad y la protección del Medio ambiente.

Fomentamos el bienestar y el crecimiento personal de nuestros trabajadores y contribuimos con el desarrollo regional y nacional.”

2.6 VISIÓN¹⁰

*“Ser la compañía carbonífera **preferida por los clientes**, como resultado de su buen nombre, servicio y calidad excelentes.*

*Ser líderes corporativos en el desarrollo social, económico y en la conservación ambiental, de modo que los trabajadores y las comunidades locales estén orgullosas de **C.I. PRODECO S.A.**”*

2.7 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN MINERA EN LA EMPRESA

2.7.1. Descripción de la Cadena de Suministro del Carbón. La cadena de suministro del carbón está constituida por la secuencia de procesos desarrollados en la empresa a partir del hallazgo del carbón en el área de explotación minera hasta que este es exportado en el puerto.

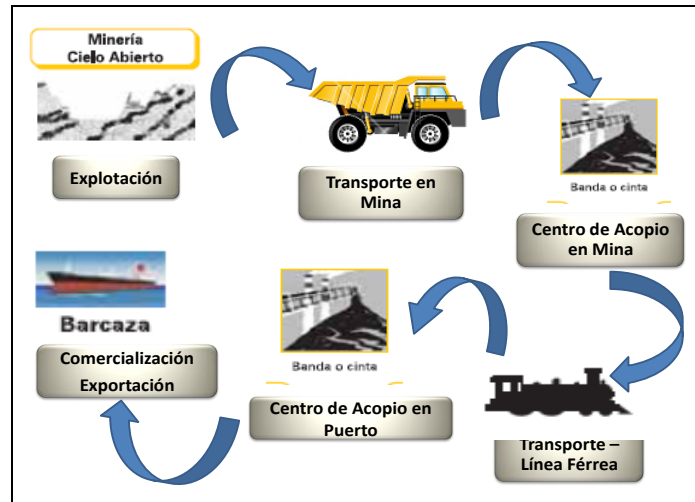
La cadena del carbón puede explicarse en las siguientes etapas:¹¹(Ver Figura 3)

- Exploración - reservas y calidades.
- Explotación - desarrollo y montaje, preparación y producción.
- Beneficio - clasificación y lavado del carbón.
- Transporte desde la mina hasta el sitio de beneficio y los patios de acopio.

^{9 y10} C.I PRODECO S.A. El empleo.com [información actualizada en línea]. Consulta en Google [10/06/2011 5:15 p.m]. Disponible en Internet: <http://www.empleo.com/sitios-empresariales/colombia/prodeco/index.asp>

- Transporte, comercialización, distribución y usos.

Figura 3. Cadena de Suministro del Carbón



Fuente: Adecuación del documento La Cadena del Carbón.¹²

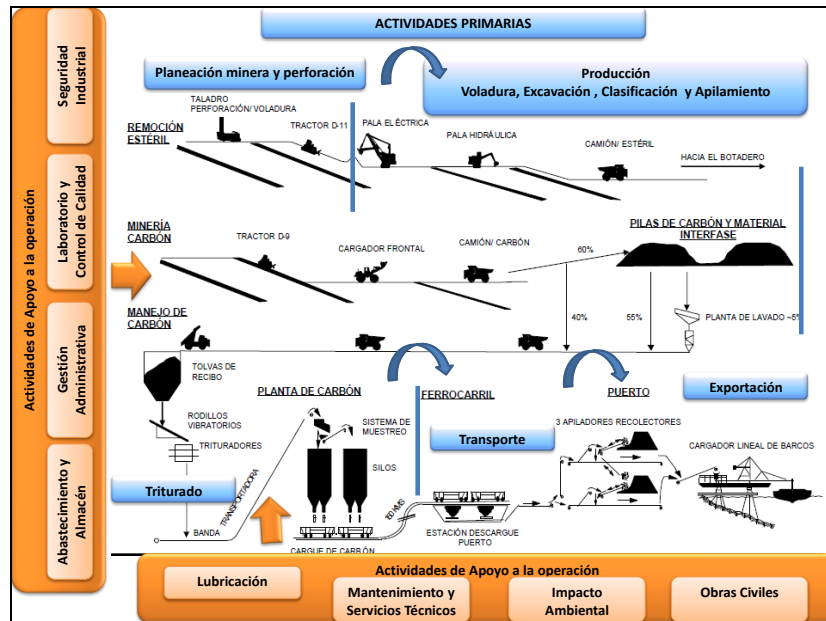
2.7.2. Descripción de la Operación Minera en la empresa. La explotación minera se realiza con la técnica Mina a Cielo Abierto. La minería a cielo abierto es una operación en secuencia que se inicia con la limpieza de la superficie y retiro cuidadoso de la capa vegetal que se almacena para la futura rehabilitación de las tierras intervenidas.¹³ (Ver Figura 4)

El proceso de extracción del carbón comienza por retirar el material que recubre el yacimiento. Después se procede a la extracción del mineral y acto seguido, cuando se termina de sacar el carbón del yacimiento, se vuelve a cubrir el terreno para que no haya un gran impacto medioambiental.

¹¹ y ¹²FLOREZ PIEDRAHÍTA, Carlos Arturo. La cadena del carbón en Colombia, p. 5 y 24. Dirección General Unidad de Planeación Minero Energética UPME, noviembre de 2005. Elaboró: Subdirección de Planeación Minera [pdf en línea]. Consulta en Google [10/06/2011 11:20 p.m.]. Disponible en Internet: <http://www.planea-antioquia.org/planea/images/stories/pdf/cadenadelcarbon.pdf>

El carbón se transporta en camiones desde la mina hasta las pilas de almacenamiento y trituradoras, luego se lleva a los silos que cargan el tren, el cuál transporta el carbón hasta el puerto, en donde finalmente es exportado.¹⁴

Figura 4. Actividades que constituyen la operación minera.



Fuente: Autora del proyecto y documento Presentación El Cerrejón.¹⁵

2.7.3. Descripción del Puerto de Carbón. El puerto de C.I. PRODECO S.A., Puerto Zúñiga, es un terminal marítimo de carácter privado, especializado en la exportación de carbón; está ubicado en el Distrito de Santa Marta, en inmediaciones del aeropuerto Simón Bolívar, sobre la carretera Troncal del Caribe, en el kilómetro 19 de la vía que conduce de Santa Marta a Barranquilla.

En el puerto se realizan las operaciones de recepción, acopio temporal, y embarque de carbón procedente de las zonas carboníferas del Cerrejón Central

^{13y 14} Archivo pdf. La mina, p. 1. [pdf en línea]. Consulta en Google [13/06/2011 9:39 p.m]. Disponible en Internet: <http://barrancas-laguajira.gov.co/apc-aa-files/32653032376432393366363535323939/MINA.pdf>

¹⁵ Archivo pdf. Presentación en Power Point. El Cerrejón carbón para el mundo, progreso para Colombia, p. 6, abril de 2006 [pdf en línea]. Consulta en Google [11/06/2011 11:00 p.m.]. Disponible en Internet: http://www.icesi.edu.co/sudafrica/pdfs/conferencias/2_presentacion.pdf

en la Guajira, y de la Jagua en el Cesar. Tiene capacidad para movilizar hasta 5 millones de toneladas anuales.¹⁶El carbón es transportado por una banda transportadora hacia el remolcador que carga los contenedores del buque en el que el carbón es embarcado hacia su destino.

2.8 MINA DE CARBÓN CARBONES DE LA JAGUA¹⁷

Como se mencionó anteriormente las minas a cielo abierto: Carbones de la Jagua CDJ, Consorcio Minero Unido CMU, Carbones el Tesoro CET y mina Calenturitas CAL están adscritas a la compañía C.I Prodeco. El presente trabajo estará enfocado a la mina carbón, Carbones de la Jagua CDJ S.A. Sin embargo, la caracterización de esta mina constituye una referencia válida para representar la organización, infraestructura, estructura administrativa y operación de las demás minas de C.I Prodeco S.A.

2.8.1. Información General. La mina Carbones de la Jagua CDJ (hoy Proyecto La Jagua), localizada en el municipio de la Jagua departamento del Cesar a 115 Km de Valledupar¹⁸. Vía La Jagua de Ibirico – Codazzi (Cesar).La mina Carbones de la Jagua está ubicada dentro del grupo operativo Proyecto La Jagua. Sin embargo, la producción y el abastecimiento de materiales para cada una de las minas, es cuantificado de manera independiente.

La operación minera en Carbones de la Jagua conserva la estructura que se presenta en la Figura 4.

¹⁶Informativo: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Derrotero de las costas y áreas insulares de Colombia [información en línea] [Colombia]. Consulta en Google [10/06/2011 5:51 p.m]. Disponible en Internet: <http://www.cioh.org.co/derrotero/derrotero/paginas/zuniga/prodeco.html>

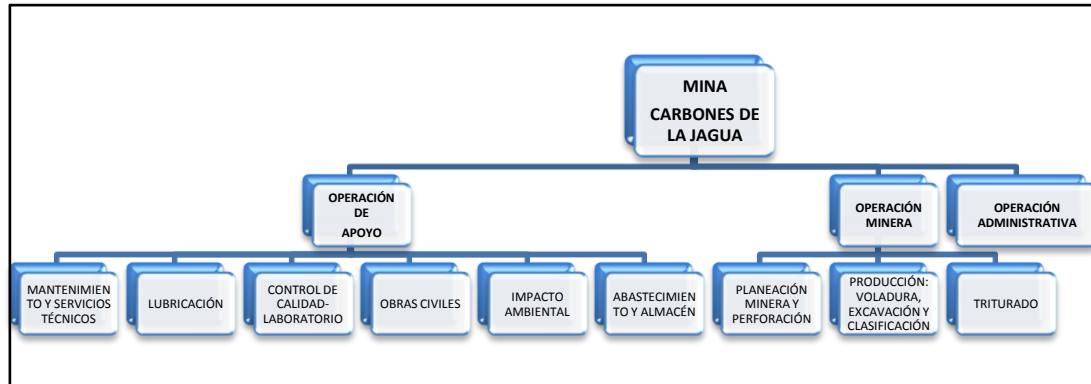
¹⁷La información de la mina fue solicitada al personal del almacén, y documentada, durante la práctica empresarial realizada por la autora del presente proyecto.

¹⁸ Informativo: Cesar Región Digital [información en línea] [Colombia]. Consulta en Google [10/06/2011 8:51 p.m]. Disponible en Internet: <http://www.cesardigital.net/articulo.aspx?idc=215>

2.8.2. Organización de la mina de carbón.

- **Organigrama.** El siguiente organigrama representa la forma como se encuentran distribuidos los procesos y las áreas en la mina (Figura 5).

Figura 5. Organigrama mina de Carbón Carbones de la Jagua.



Fuente: Autora del proyecto. Información de la mina año 2009.

- **Áreas de la mina.** La información detallada de las áreas se presenta en el Anexo 4. Las áreas se dividen en dos grandes grupos: operación minera y operación administrativa y de apoyo. Los clientes o usuarios de los elementos de inventario son las áreas y los equipos de la mina.

2.9 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS DE ABASTECIMIENTO EN LA MINA¹⁹

El objetivo del presente proyecto es diseñar un modelo de operación conjunta entre las áreas que intervienen en el suministro de productos, para el abastecimiento de los almacenes adscritos al Departamento de Compras de C.I Prodeco S.A. Por tal razón, este capítulo se dedicará a explicar cómo funciona el suministro de productos y los procesos que la conforman.

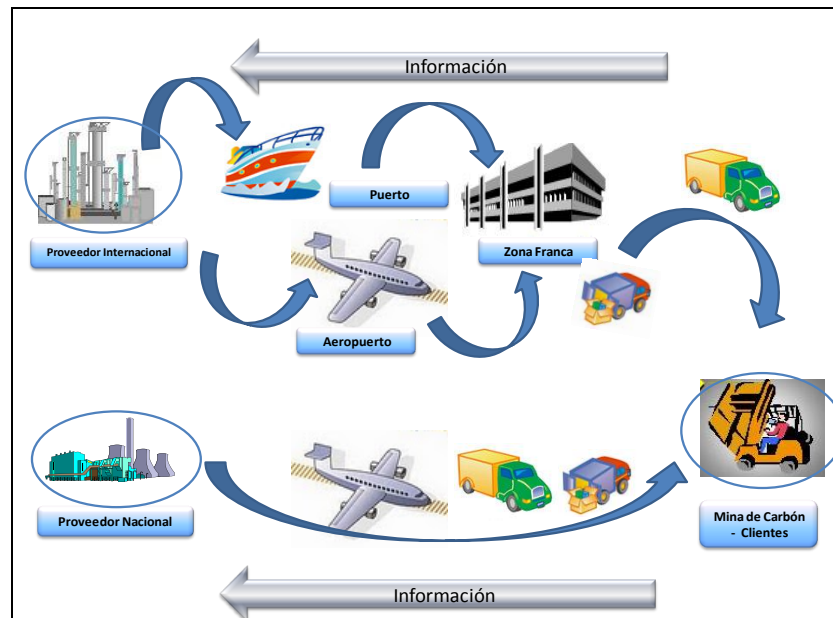
¹⁹ La información correspondiente al Departamento de Compras fue consultada a personal de Departamento de Compras mediante entrevista realizada a cada cargo en mayo del 2009.

2.9.1. El suministro de productos a la mina de carbón. Comprende la secuencia de actividades que se realizan con el fin de entregar los requerimientos de elementos necesarios para que la operación minera sea desarrollada de manera eficiente.

El siguiente esquema representa el suministro de productos a la operación minera: elementos adquiridos de proveedores nacionales o de proveedores internacionales. Estos elementos son llevados hacia la mina, por medios de transporte terrestre, cuando el proveedor se encuentra en el territorio nacional, y por transporte marítimo, cuando el producto proviene de otros países. El transporte aéreo es empleado cuando se realiza una compra urgente. Las compras internacionales son legalizadas en la oficina de aduanas del puerto o realizadas en Zona Franca (Ver Figura 6).

En cuanto al suministro de información, el almacén de la mina entrega al departamento de compras los requerimientos de productos, y el departamento de compras solicita los elementos a los proveedores, informando las referencias y cantidades que debe abastecer.

Figura 6. Suministro de productos a la operación minera.



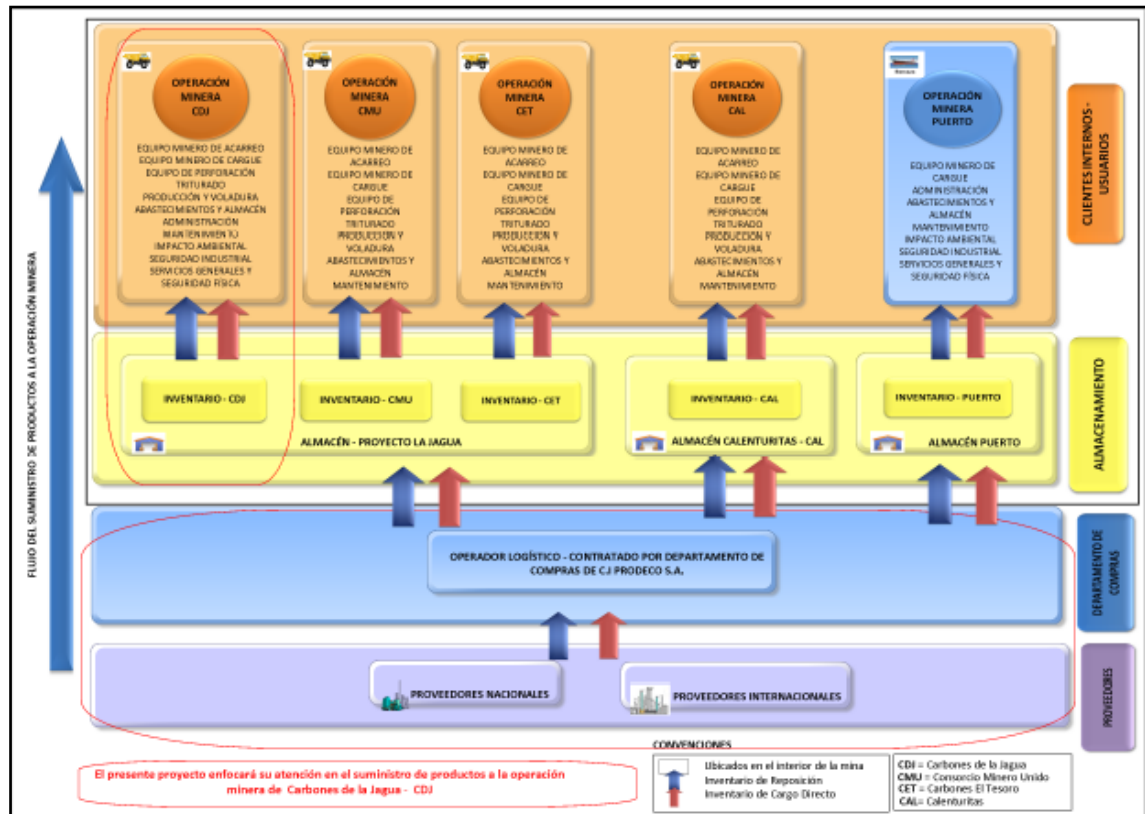
Fuente: Autora del proyecto.

2.9.2. Descripción del Departamento de Compras y Suministro de Materiales.

El departamento de Compras de C.I. Prodeco S.A. realiza el proceso de aprovisionamiento, centralizando los requerimientos de productos de: Puerto Prodeco, Mina Calenturitas CAL y Vía Férrea, Carbones de la Jagua CDJ, Consorcio Minero Unido CMU y Carbones El Tesoro CET. La compañía cuenta con un Departamento de Compras, cuyas oficinas se encuentran en la ciudad de Barranquilla, Atlántico. La información del Departamento de Compras, Gestión de Proveedores y el Proceso de Transporte se presenta de manera detallada en el Anexo 5.

2.9.3. Flujo de suministro de productos a la operación minera. El departamento de compras realiza la gestión correspondiente al aprovisionamiento de productos, siendo el intermediario entre los requerimientos de las minas y el puerto, y sus proveedores. En el siguiente esquema se presenta el flujo del suministro de productos y las áreas que intervienen en este proceso (Ver Figura 7):

Figura 7. Flujo de suministro de productos



Fuente: Autora del proyecto. Información Departamento de Compras. Año 2009.

En el proceso de suministro, los proveedores entregan los productos al operador logístico. El operador logístico los transporta al almacén de la mina de carbón. En el área de almacén, se mantiene y custodia el inventario de productos abastecidos. Y finalmente, los productos son entregados a los usuarios o clientes

internos (áreas o equipos) de acuerdo a las cantidades que estos demanden periódicamente.

2.9.4. Objetivos del Departamento de Compras.

- Mantener la continuidad de abastecimiento y hacerlo con la inversión mínima en existencia.
- Garantizar la entrega de equipos, elementos, materiales o servicios oportunamente, en la fecha correcta y él en lugar correcto a quienes los solicitan.

2.9.5. Organización del Departamento de Compras. El siguiente organigrama representa los niveles jerárquicos en los que se encuentra ubicado el Departamento de Compras en la división financiera de la compañía, y sus dependencias (Ver Figura 8).

2.9.6. Gestión del Inventario. La gestión de inventario de la compañía está a cargo del Departamento de Inventarios el cual se describe a continuación. Para iniciar esta sección se hará una breve descripción del inventario, conformado por los elementos requeridos para la operación minera.

Figura 8. Organigrama División Financiera y Departamento de Compras.



Fuente: Autora del proyecto. Información de Departamento de Compras. Año 2009.

Descripción del Inventario de la mina Carbones de la Jagua:

Los elementos del inventario son requeridos por las operaciones desarrolladas en la mina. Generalmente cuando el elemento es solicitado por primera vez, hace parte de los Elementos de Cargo Directo asignados a la ejecución de un proyecto específico. Pero cuando éste proyecto es realizado a largo plazo y los elementos son de uso frecuente, pasan de ser Cargo Directo a ser Elementos de Reposición. Luego de tomar esta connotación, el elemento es requerido dentro del proceso de reposición del almacén de la mina y siempre debe estar disponible. Los elementos de Cargo Directo son requeridos eventualmente por cada usuario (área de la empresa) en proyectos que no obedecen a las operaciones cotidianas de la mina. La información del inventario se detalla en el Anexo 7. El presente proyecto propone un modelo de reabastecimiento orientado a los elementos de reposición del inventario.

Departamento de Inventarios: El Departamento de inventarios fue creado en el año 2008, antes era un área del Departamento de compras, denominada “Planeación de Inventarios”. Desde los últimos años el departamento viene implementando diversos cambios en su gestión, con el fin de mantener un mayor control de los niveles y el estado del inventario. Por lo tanto ha determinado que los procesos y las actividades desarrolladas sean más organizados y enfocados en los objetivos a corto y largo plazo en cuanto al manejo del inventario de C.I. PRODECO S.A. Es decir, de las minas de carbón y el puerto.

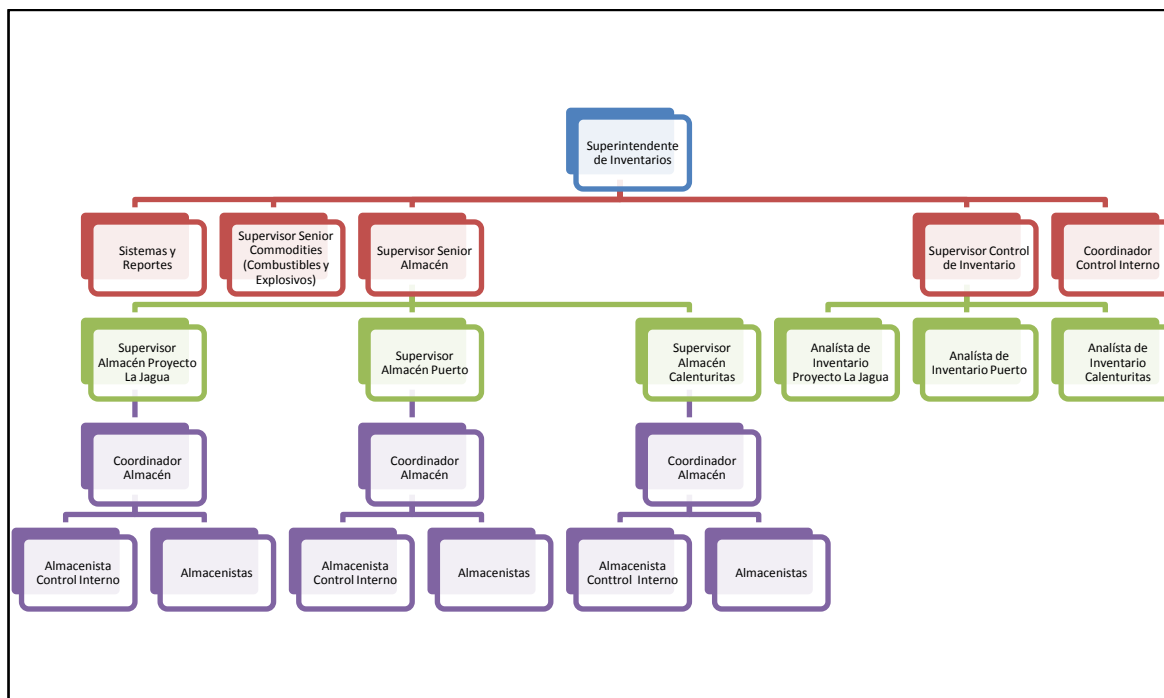
El Departamento de Inventarios trabaja conjuntamente con el Departamento de Compras y el Área de Almacén. Es responsable de la gestión de inventarios, y de las políticas y la planeación de inventarios, para determinar la cantidad que se debe requerir en el proceso de reabastecimiento. El Departamento de Compras se encarga de la gestión de proveedores y los procedimientos de compras, garantizando el abastecimiento oportuno de los elementos, mientras que el objetivo principal de Departamento de Inventarios es optimizar los inventarios²⁰.

El Departamento de Inventarios se encarga de controlar el manejo de los inventarios, su movimiento físico de acuerdo a los procedimientos, los registros adecuados en el sistema informático y en los archivos físicos. Controla el cumplimiento de los objetivos del departamento de compras en cuanto al reabastecimiento eficiente de elementos requeridos en la operación minera. Se encarga de controlar el suministro de materiales a las dependencias de la mina, el reabastecimiento de los elementos de reposición y, la administración y el control del inventario en cada almacén.

- **Organización del Departamento de Inventarios.** En el siguiente organigrama se explica la estructura del departamento (Ver Figura 9).

²⁰ MAYARD William K., HODSON. Manual del Ingeniero Industrial. 4ª ed. México: Mc Graw Hill, 2001, p.10.78.

Figura 9. Organigrama del Departamento de Inventarios.



Fuente: Autora del proyecto. Información Departamento de Inventarios. Año 2009.

El Departamento de Inventarios está formado por supervisores, coordinadores y operarios del almacén de cada mina y almacén del puerto, y por los profesionales y directivos encargados de la planeación, gestión y control del inventario, que laboran desde la oficina de Prodeco, Barranquilla.

2.9.8. Almacenamiento y Control Físico del Inventario. La responsabilidad del Departamento de Compras, en cuanto al abastecimiento de mercancía, culmina cuando los elementos ingresan al almacén. El almacén es el responsable de suministrar los elementos de cargo directo y reposición de acuerdo a las requisiciones y necesidades de los clientes, quienes solicitan los elementos mediante la elaboración de vales de salida VS, que cargan al sistema de información de inventarios “*Sisma*”²¹ desde su puesto de trabajo.

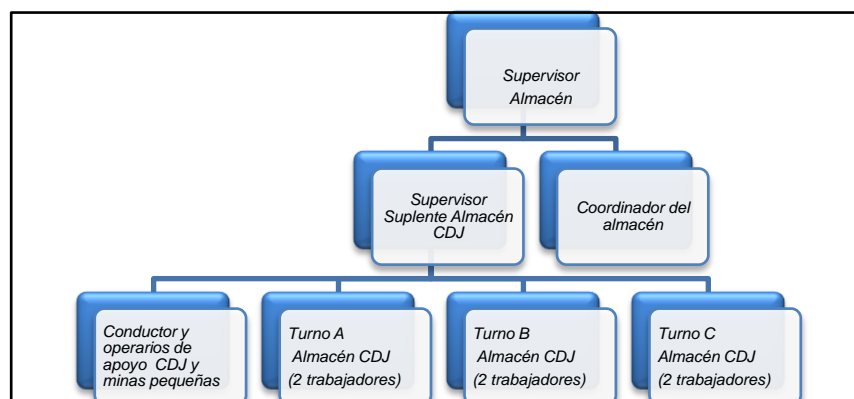
²¹Sisma: Sistema de Mantenimiento de Inventarios. Software operativo y de manejo de la información.

El almacén es un espacio físico en donde se custodia el inventario de productos requeridos en todas las áreas y operaciones que se llevan a cabo en el interior de la mina. En este se recibe y ubica la mercancía que envían los proveedores, se almacenan los elementos de reposición; y se efectúan los despachos de los elementos de cargo directo inmediatamente ingresa el elemento a la mina, y de elementos de reposición, de acuerdo a los pedidos periódicos efectuados por el cliente interno.

Objetivos del Almacén. El almacén es un área del Departamento de Inventarios, las actividades del almacén deben estar alineadas con las del Departamento de Compras. También tiene como objetivo garantizar el abastecimiento de productos a la operación para cumplir con las siguientes metas: cero paradas en la operación de la mina, cero paradas en el mantenimiento y cero desabastecimientos.

- **Organización del almacén.** En el siguiente organigrama se explica la estructura organizativa del almacén (en la jornada laboral (12 horas), se desempeña solamente uno de los tres turnos de trabajadores).
- **Reabastecimiento de elementos de reposición en el almacén.** El inventario del almacén, es decir los elementos de “reposición” deben cubrir las necesidades del cliente interno en cada una de sus actividades. El almacén trabaja conjuntamente con el departamento de compras para lograr este propósito. El reabastecimiento tiene como objetivo, que no se detenga la producción, las operaciones mineras y el mantenimiento por falta de existencias en el almacén. El reabastecimiento del almacén consiste en solicitar el nivel de inventario disponible (de elementos de reposición) requerido para las otras dependencias.

Figura 10. Organigrama del almacén.



Fuente: Autora del proyecto. Información de la mina. Año 2009.

El almacén debe mantener siempre existencias de los elementos de reposición, tiene que realizar la reposición, para garantizar el suministro inmediato de éstos a los clientes internos.

Los procesos de control de inventarios y el sistema de información de inventarios “Sisma” se describen de manera detallada en el Anexo 8.

2.9.9 Entrega de productos a los clientes internos. El personal de almacén se encarga de despachar los elementos de reposición y de cargo directo, cuando los clientes de las diferentes áreas de la mina solicitan el elemento (Ver Anexo 9). El cliente solicita el producto al almacén previa elaboración de un vale de salida por el sistema de inventarios “sisma” así el operario del almacén prepara el despacho para entregar al cliente. Existen dos modalidades de entrega de productos al cliente interno:

- a) Entregas por ventanilla: El cliente se dirige a la ventanilla del almacén y allí le es entregado el(los) producto(s) requerido(s).

b) Entregas in situ: El personal del almacén se dirige al sitio en donde se encuentra ubicado el cliente para hacerle entrega del (los) producto(s) requerido(s).

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN EN EL ENTORNO EMPRESARIAL

Según Carlos Mario Pérez²², *“Las empresas de clase mundial se enfocan en la optimización de los costos a través de todo el proceso. Automatización y uso de tecnologías de información para soportar todos los procesos de compra e incrementar la eficiencia de los procesos. Aprovechan el poder de la tecnología para mejorar el acceso a información valiosa para soportar el proceso de toma de decisiones.*

Las estrategias de compras que siguen las empresas de clase mundial son:

- *Simplificación del proceso de compras.*
- *Adopción de técnicas Justo a Tiempo JIT (Just in Time) donde se involucra personal del proveedor en las instalaciones del cliente para controlar el reabastecimiento.*
- *También implementan metodologías de compras estratégicas para realizar sus compras bajo contratos negociados y evitar así las compras de urgencia o compras fuera de contrato que representan mayor costo para las organizaciones.*
- *Enfocan todas las actividades del área de compras a los objetivos de la organización, adoptan modelos de compras estratégicas, crean equipos multidisciplinarios para soportar todas las actividades de compra incluyendo la negociación, evaluación y desarrollo de proveedores.*

²²Informativo: DoxtopGetPublished. Confiabilidad, atreverse a ser infalible. Entrevista con Carlos Mario Pérez, realizada por Héctor Gutiérrez Cruz [información en línea] [Colombia]. Consulta en Google [17/07/2011 8:34 p.m]. Disponible en Internet:<http://www.doxtop.com/browse/f5bfc404/est%C3%A1-dispuesto-a-correr-el-riesgo.aspx>

Los altos costos tecnológicos y de adquisición de estos sistemas así como los elevados desembolsos por mantenimiento, constituyen una barrera de entrada a la eficiencia y a la competitividad, limitando de esta manera el desempeño eficaz en un entorno altamente competitivo.

El conjunto de metodologías y soluciones tecnológicas enfocadas a efficientar el proceso de compras y abastecimiento son denominadas SRM (SupplierRelationship Management) por sus siglas en inglés. Estas soluciones se enfocan en la administración y mejora de las relaciones con los proveedores. Las soluciones SRM son extensiones de otras soluciones tecnológicas tales como los sistemas ERP - Enterprise ResourcePlanning (Planificación de Recursos Empresariales), CRM - CustomerResource Management (Administración de Recursos de Clientes), y las soluciones de SCM (SupplyChain Management), las prácticas como seis sigma, lean sigma y MRP. Tal vez la herramienta más importante de todas las que hay es el CRM porque es la que maneja de manera más integral todos los resultados”.

La empresa debe evolucionar creando políticas y estrategias de inversión que le permitan estar entre las empresas de clase mundial, a la vanguardia en las últimas tendencias de tecnología y gestión operativa.

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1. Compras y el proceso de Reabastecimiento. El abastecimiento tiene como objetivo garantizar un flujo continuo de materiales a todas las operaciones, asegurando un mejor servicio a los usuarios, mayor flujo de caja e incremento en la rentabilidad de los inventarios²³. El departamento de compras tiene que asegurar la recepción de los materiales adecuados cuando se necesiten, en las

²³RODRÍGUEZ, Sahagún Agustín. La Programación y el Control de las Compras y los Aprovisionamientos. España: Editorial Pearson, 1964, p. 10.

cantidades adecuadas para la producción o venta, y hacer las entregas a tiempo. A su vez, no debe aumentar las inversiones más allá del inventario necesario para cubrir las necesidades y mantener una seguridad razonable.²⁴

Para realizar eficazmente esta importante función de compra de los materiales, hay que planear minuciosamente la organización y el funcionamiento del departamento de compras. Las predicciones en el consumo constituyen una ayuda material para que el departamento de Compras pueda hacer los planes de su programa y también para llevarlo a efecto. La operación debe tener informado constantemente y en el tiempo más breve posible al servicio de aprovisionamientos de los planes y programas productivos.²⁵

Programar los aprovisionamientos, significa armonizar las políticas de compra con las políticas generales o, con los programas generales de la empresa, esto contribuye a tener resultados eficientes en medio de cambios constantes y eventualidades a las que nos debemos preparar y saber cómo enfrentar.²⁶

El presente proyecto propone que los clientes internos del almacén realicen programación anticipada de sus requerimientos en períodos fijos de tiempo, garantizando que todas las áreas de la mina colaboren estrechamente con los aprovisionamientos, anticipando en cuanto sea posible sus necesidades. Con esta información el departamento de compras tiene la posibilidad de programar con inteligencia los aprovisionamientos, con el fin de limitar al máximo los ocasionales pedidos de emergencia y solucionar demandas eventuales.

^{24y25}MERCADO, Salvador H. Compras Principios y Aplicaciones. 3ª ed. México: Limusa Noriega Editores, 2005, p.105 y 104.

²⁶RODRÍGUEZ, Sahagún Agustín. La Programación y el Control de las Compras y los Aprovisionamientos. España: Editorial Pearson, 1964, p. 13, 34 y 37.

3.2.2. Gestión del Almacén: Administración y Control del Inventario. Una insuficiencia en el control del inventario provoca el peligro de paro en la producción con los resultados consiguientes. Un exceso de material ocasiona sobrantes, lo que significa un inventario excesivo que origina inversión ociosa, gastos por manejo de materiales, seguros, mermas etc.²⁷

El inventario se considera una existencia de seguridad o amortiguamiento, para cubrir la **mala planificación** o el **mal desempeño**, así como para protegerse de la incertidumbre en la demanda o de la variabilidad en el proceso de abastecimiento. El inventario es, en esencia, una función de tres cosas: la incertidumbre de la demanda, la variabilidad del proceso y el tiempo de ciclo del proceso. Sin embargo, las compañías ya no pueden darse el lujo de tener amortiguadores de inventario o “existencias de seguridad” excesivos, si quieren ser competitivas en los mercados globales. Así que, mientras que para una compañía puede ser necesario tener algún inventario, manejarlo y controlarlo de manera eficiente se ha convertido en una prioridad²⁸.

La administración del inventario eficiente, se basa en la planeación exacta de la demanda del mismo. La planeación de inventarios comienza al proyectar las necesidades o demandas de la compañía con respecto a los inventarios futuros. Cada marco de tiempo es el foco primario de los tres niveles principales de planeación de la compañía: operativa, táctica y estratégica.

Planeación de Inventarios. La planificación, el análisis y el control son las bases de una estrategia continua de mejoramiento para la administración del inventario. Mejorar el control y la administración del inventario es un objetivo clave

²⁷ BUFFA, Elwood S, SANIN, Rakesh K. Administración de la Producción y de las Operaciones. México: Editorial Limusa Noriega Editores, 2000, p. 124.

en el impulso que realiza cada compañía para controlar la inversión, mejorar el flujo de efectivo y aumentar las utilidades y el rendimiento sobre la inversión.²⁹

A continuación se explica una herramienta de planeación para administrar partidas de inventarios con demandas dependientes:

Planeación de Requerimientos de Materiales MRP: La planeación de materiales se usa para describir la actividad de recibir información sobre los requerimientos netos y brutos para cada pieza, a partir de la explosión de MRP.

La programación maestra es el programa de producción anticipada para los productos finales manufacturados. El programa maestro no es el resultado del pronóstico de ventas, sino el establecimiento de la producción programada.³⁰ El presente proyecto emplea el concepto de Planeación de Requerimientos de Materiales MRP para sugerir a los clientes internos del almacén planear los requerimientos de materiales para la operación minera.

Algunas compañías han sido pioneras en la introducción de los sistemas de inventarios justo a tiempo, un sistema que hace hincapié en la planeación y programación para que los materiales necesarios lleguen “justo a tiempo” para su uso. Éstas han logrado grandes ahorros al reducir los niveles de inventario a un mínimo.

Muchas compañías han renovado la manera en que manejan sus inventarios. La aplicación de las técnicas de investigación de operaciones en esta área (en ocasiones llamadas administración científica de inventarios) proporciona una herramienta poderosa para lograr ventaja competitiva³¹. El objetivo del presente

^{28 y 29} MAYARD William K., HODSON. Manual del Ingeniero Industrial. 4ª ed. México: Mc Graw Hill, 2001, p. 10.59 y p. de 10.27 a 10.31.

³⁰ BUFFA, Elwood S, SANIN, Rakesh K. Administración de la Producción y de las Operaciones. México: Editorial Limusa Noriega Editores, 2000, p. de 179 a 185.

³¹ HILLIER, Frederick S, LIEBERMAN, Gerald J. Investigación de Operaciones. 7 ed. México: Mc Graw Hill, 2004. p 935.

proyecto es reducir los niveles de inventario, garantizando sólo sea requerida la cantidad que va a ser demandada por el cliente interno.

Los modelos matemáticos de inventarios usados con éste enfoque se pueden dividir en dos grandes categorías, modelos determinísticos y modelos estocásticos, según la posibilidad de predecir la demanda. Cuando la demanda no se puede predecir con exactitud, es necesario usar un modelo de inventarios estocástico donde la demanda en cualquier período es una variable aleatoria en lugar de constante conocida.³² Para el presente proyecto se aplicará un modelo de demanda estocástica dado que la cantidad demandada de un elemento es variable respecto al tiempo.

Los modelos de demanda estocástica pueden ser: de revisión continua o de revisión periódica. El modelo de reabastecimiento propuesto es de revisión periódica y propone solicitar los productos en períodos fijos de tiempo. Esto contribuye a organizar el proceso de reposición para que sea realizado por grupos de inventario en períodos fijos y fechas predeterminadas.

Los modelos de inventario tienen un componente básico determinante en sus resultados. Este es el costo de inventario, conformado principalmente por los costos de almacenamiento y los costos de pedido.

El comportamiento habitual de los costos representa qué: los costos de almacenamiento son directamente proporcionales a la cantidad pedida, pero los costos de pedido son inversamente proporcionales a ésta. Al incrementar el inventario de seguridad se incrementan los costos de almacenamiento pero disminuyen los costos por faltantes. Los costos de preparación o de pedido son

³² HILLIER, Frederick S, LIEBERMAN, Gerald J. Investigación de Operaciones. 7 ed. México: Mc Graw Hill, 2004.p 936 y 938.

aquellos en que incurre la empresa hasta lanzar la orden de compra y de transporte hasta el almacén, cuando no lo cubre el proveedor³³.

Otro componente básico de los niveles de inventario es el nivel de servicio, el cual se describe a continuación

Nivel Máximo de Servicio: Corresponde al porcentaje en el cumplimiento de la demanda durante el período de reposición. El nivel de servicio es aquel porcentaje de tiempo durante cualquier ciclo de pedido en el que no se agotarán las existencias. Mientras mayor sea el nivel de servicio, mayor será el nivel de existencias de seguridad. El nivel de demanda máxima que se elija para determinar el nivel del inventario de seguridad, determina el nivel de servicio relacionado con las políticas de pedidos.³⁴

El inventario de seguridad corresponde a una cantidad de existencias del elemento que debe permanecer disponible para satisfacer la demanda en situaciones eventuales cuando, los requerimientos por período son variables debido a errores en los pronósticos de ventas, se presentan cambios en las órdenes por parte de los clientes o la variabilidad de la producción en los departamentos responsables de etapas previas del proceso de producción.³⁵

La planeación de inventarios en el presente proyecto se realizará de manera similar a la programación maestra en el sentido de que intenta balancear la oferta y la demanda en un horizonte de tiempo. Los planificadores de materiales deben responder a los cambios que haya en la demanda para proteger el servicio al

³³HILLIER, Frederick S, LIEBERMAN, Gerald J. Investigación de Operaciones. 7 ed. México: McGraw Hill, 2004.p 938.

^{34y35}BUFFA, Elwood S, SANIN, Rakesh K. Administración de la Producción y de las Operaciones. México: Editorial Limusa Noriega Editores, 2000, p. 143 y 144 y p. de 179 a 185.

cliente y, al mismo tiempo proteger la inversión. Además, tienen la responsabilidad de resolver el agotamiento de inventarios y su prevención para el futuro. También recae en ellos la responsabilidad de sobre-existencia de elementos³⁶.

Otra extensión de los conceptos de MRP se encuentra en la planeación de los requerimientos de distribución para diversas bodegas centrales, regionales y de sucursales. *Este proceso se denomina Planeación de Recursos de Distribución DRP.*³⁷ En términos sencillos, la idea DRP es coordinar las decisiones en distintos puntos de distribución de la misma forma que MRP se emplea para coordinar decisiones en distintas etapas de producción. Este concepto será aplicado en cuando se tengan en cuenta los requerimientos de todos los almacenes adscritos a C.I. Prodeco S.A. de manera simultánea.

Por otro lado, es importante mencionar que la administración del inventario requiere utilizar un sistema de procesamiento de información computarizado para mantener un registro de los niveles de inventario y tomar decisiones óptimas de los planes de inventario. En la actualidad, se observa una mayor expansión de las prácticas de optimización. Esta nueva frontera ha sido desarrollada en los últimos años bajo los llamados Sistemas Avanzados de Planificación y Programación (Advanced Planning and Scheduling – APS). Los APS representan una nueva generación de sistemas de apoyo para la decisión (Decision Support Systems). Un objetivo básico es contar con la habilidad de re-planificación sobre la marcha, teniendo en cuenta todas las restricciones que se presenten en cada momento³⁸. El proyecto propone una herramienta informática que permita la planeación, sea soporte en la toma de decisiones de los niveles de inventario y se actualice con los registros del movimiento de inventario en línea.

³⁶ MAYARD William K., HODSON. Manual del Ingeniero Industrial. 4ª ed. México: McGraw Hill, 2001, p. 10.97

³⁷ BUFFA, Elwood S, SANIN, Rakesh K. Administración de la Producción y de las Operaciones. México: Editorial Limusa Noriega Editores, 2000, p. 143 y 144.

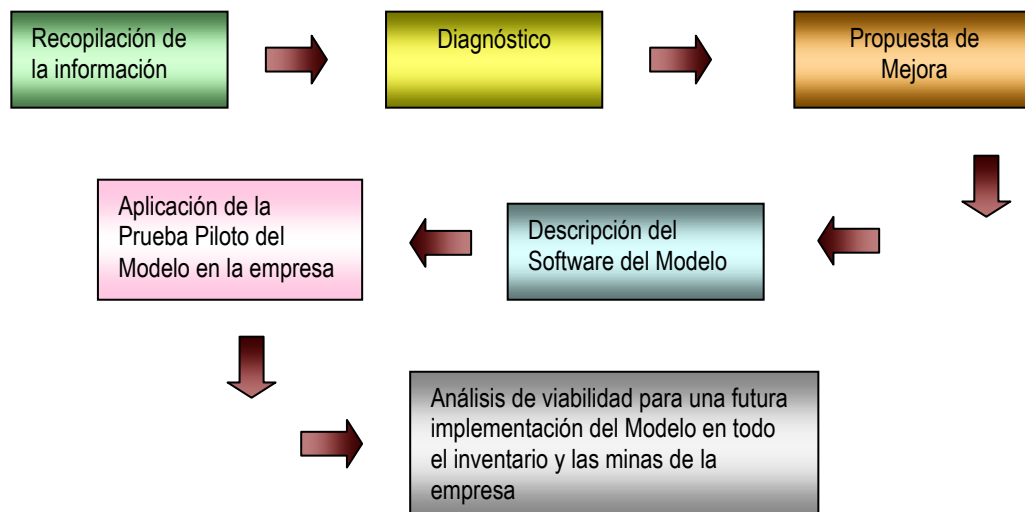
³⁸ CARRETERO, Luis E. PIRES, Gestión de la Cadena de Suministros. España: Mc Graw Hill, 2007, p. 110.

4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 ETAPAS DEL PROYECTO

A continuación se explica la metodología de ejecución del proyecto como una secuencia de etapas:

Figura 11. Etapas del proyecto



Fuente: Autora del proyecto

A continuación se presenta una breve descripción de las actividades desarrolladas en cada una de las etapas:

Etapas No. 1: Recopilación de la Información. Esta etapa se desarrolla mediante las siguientes actividades:

- Revisión y análisis de la información actual a partir de la base de datos de la empresa y la documentación realizada mediante la observación directa de los procesos en la mina, durante el período de práctica.
- Identificación del problema y del curso de acción para proponer soluciones al respecto.
- Análisis de documentos, métodos, procesos y procedimientos.
- Identificación de la necesidad de información para la aplicación del modelo.
- Recopilación de la información y descripción de los procesos relacionados con la cadena de abastecimiento.

Etapa No. 2: Diagnóstico de la situación actual. El diagnóstico es realizado por medio de las siguientes actividades:

- Depuración y Tratamiento de la información: Analizar los datos y la información adquirida, procesarla con herramientas estadísticas y de agrupación de datos.
- Obtener los resultados en el cumplimiento de los objetivos de los procesos relacionados con el reabastecimiento, soportados con los reportes de movimientos de inventario.
- Diagnóstico de la situación actual: A partir del análisis de reportes de movimientos identificar los casos de desabastecimiento, su frecuencia y duración. Describir la situación actual y todas las deficiencias de la cadena de aprovisionamiento. Hacer una medición cuantificable del desempeño actual del modelo y la cadena de abastecimiento. Analizar el consumo de vales de salida, frecuencia entre vales y cantidades pedidas por usuarios. Análisis de ingreso de elementos, elaboración de requisiciones, lanzamiento de orden de compra; frecuencia entre requisiciones y entre órdenes de compra y análisis de cantidad pedida. Cálculo del tiempo de entrega, análisis estadístico del tiempo de entrega promedio, y variabilidad del mismo, por proveedores. Elaborar conclusiones y recomendaciones respecto al diagnóstico. Se analiza el proceso y su desempeño actual, los principales problemas, sus causas y

consecuencias. Posteriormente son sugeridas las propuestas de mejora. Esto incluye: Planteamiento del Problema y descripción de los aspectos susceptibles de mejora, con las propuestas generales que apuntan a tomar acciones correctivas en cada una de las causas.

Etapa No. 3: Planteamiento de la Propuesta de Mejora: Planeación, Diseño y Planteamiento del Modelo de Reabastecimiento.

Elaboración de estudios para desarrollar el Modelo, teniendo en cuenta la aplicación de la teoría, el proceso actual, las propuestas de mejoramiento de los procesos, cumplimiento de los objetivos mediante la utilización de herramientas de Ingeniería Industrial y herramientas informáticas para el almacenamiento y procesamiento de datos. Elaboración de la propuesta del Modelo de Reabastecimiento teniendo en cuenta los siguientes pasos: Administración y gestión del inventario, programación anticipada de los requerimientos por parte de los usuarios, negociación con los proveedores, planteamiento del modelo matemático por grupo de productos para los elementos de reposición (a partir de los costos de inventario, tiempos de entrega y niveles de inventario), planeación del inventario en un horizonte de tiempo a largo plazo, planteamiento de un sistema de información para la ejecución del modelo de reabastecimiento y descripción de procesos de gestión para controlar las actividades de suministro de materiales.

Etapa No. 4: Planteamiento de la Sistematización del Modelo de Reabastecimiento (Desarrollo del Sistema de Información en un Software de Reabastecimiento). Esta etapa se describe en los siguientes pasos:

- a. *Elaboración del modelo de reabastecimiento en Excel y validación del funcionamiento del mismo:* A partir de una herramienta de Planeación de Inventarios en un horizonte de tiempo.

b. *Diseño del software de reabastecimiento a utilizar:* Los requerimientos del software son planteados para que la compañía realice las gestiones pertinentes para desarrollar un sistema de información a partir del modelo de reabastecimiento propuesto.

El software inicialmente debe presentar un módulo en el cuál el cliente realiza la programación de su consumo y luego presenta todos los resultados y los datos que le permiten reabastecer el inventario de elementos de reposición. Las características del software deben tener definidos los datos de entrada y salida del Modelo, con su respectiva presentación y metodología de uso. El software debe presentar alarmas que indican cuando los niveles de inventario están por fuera de lo esperado, y presentar la cantidad que se debe pedir en cada período de reposición. Además, almacenar los datos históricos durante la aplicación del reabastecimiento y genera informes que miden su desempeño. También presenta los resultados de los indicadores determinados para medir el cumplimiento de los objetivos de reabastecimiento.

Etapas No. 5: Aplicación de la Prueba Piloto del Modelo en la empresa.

La aplicación de la prueba piloto se realizará mediante una simulación en Excel, de los procesos de reabastecimiento para 14 elementos del inventario, a partir de datos reales suministrados por la empresa, empleando la formulación del modelo de reabastecimiento y la Hoja de Cálculo “Herramienta de Planeación de Inventarios” propuestos. La Prueba Piloto tiene como objetivo de validar el modelo de reabastecimiento propuesto y compararlo con los resultados del modelo de reabastecimiento actual en la empresa, respecto a niveles y costos de inventario, generados durante un año. Para realizarla se plantea ejecutar los siguientes pasos:

- Ingreso de datos: demanda programada, tiempo de entrega y costos de inventario (datos reales suministrados por la compañía).
- Cálculo del modelo matemático para determinar el período de reposición, los niveles de inventario y cantidad a pedir en un Horizonte de Planeación.
- Aplicación de la Prueba Piloto: Realización de pedidos, e ingresos de acuerdo al modelo de reabastecimiento y despachos, de acuerdo a los datos de demanda ingresados en la herramienta.
- Medición de niveles y costos de inventario acordes al Modelo de Reabastecimiento propuesto.
- Evaluación de los resultados de la Prueba Piloto y comparación con los resultados del modelo de reabastecimiento actual.

Etapa No. 6: Análisis de viabilidad para una futura implementación del Modelo en la totalidad del inventario y las minas de la empresa.

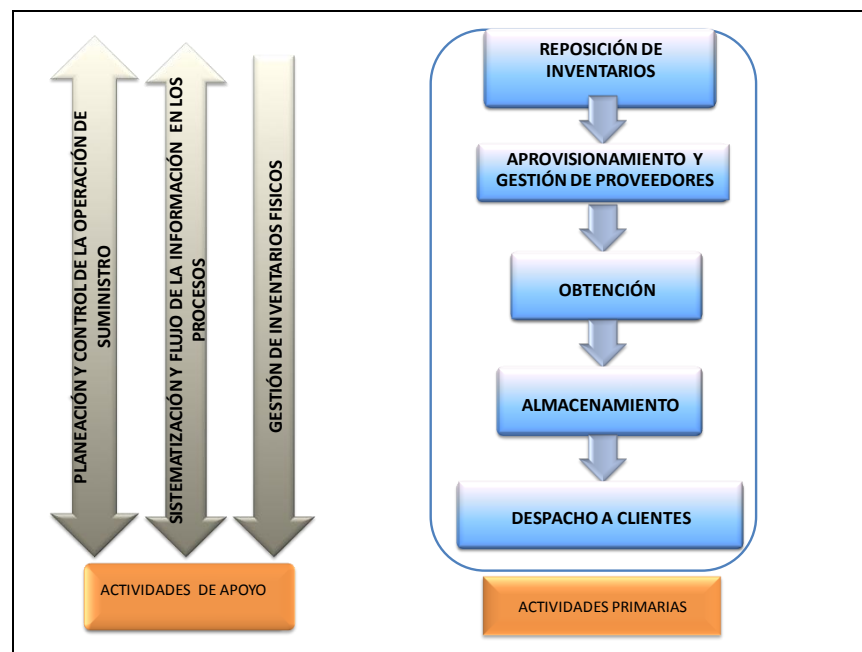
Esta etapa presenta la propuesta de implementación del modelo de reabastecimiento con sus componentes técnicos y financieros. Un análisis de la factibilidad de la propuesta con evaluación técnica, evaluación de la infraestructura y de la proyección de la empresa que dé a conocer el impacto que tiene la implementación del modelo, revisando la posibilidad de aplicarlo teniendo en cuenta la inversión total requerida y los ahorros en inventarios obtenidos por la implementación real del modelo propuesto.

5. DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE PROCESOS

Para identificar las oportunidades de mejora en el proceso de reabastecimiento, se han analizado uno a uno los procesos que constituyen el suministro de elementos al almacén de la mina “Carbones de la Jagua”.

Para iniciar, se describen los procesos generales del suministro de materiales en C.I PRODECO S.A. (Ver Figura 12).

Figura 12. Procesos logísticos para el suministro de productos a la mina.



Fuente: Autora del proyecto³⁹

³⁹ La estructura de las actividades de suministro fue tomada de: ALARCÓN, Francelina, CASAS, Yudy P, FRANCO Jenny C., ROJAS, Nancy E. Diagnóstico Logístico de la Unidad Estratégica de Negocio Mercadeo Social en CAJASAN. Proyecto de Grado, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2008, p.31.

Las actividades principales que constituyen este proceso son:

- *Reposición de inventarios o "Reabastecimiento"*: Consiste en calcular las cantidades de inventario necesarias para mantener los niveles que satisfagan la demanda de los clientes internos (áreas de la mina) y hacer el requerimiento. Esta actividad tiene lugar en el almacén de la mina.
- *Aprovisionamiento y Gestión de Proveedores*: A partir del requerimiento realizado en el almacén de la mina, en el Departamento de compras son centralizados los requerimientos y se elaboran las órdenes de compra para solicitar el producto al proveedor respectivo. El proveedor suministra el producto a la mina de carbón y durante el tiempo de entrega se hace un seguimiento hasta que el producto ingresa a la mina.
- *Obtención*: La obtención ocurre cuando el producto solicitado ingresa al almacén de la mina y se elabora un informe del ingreso.
- *Almacenamiento*: Luego, el producto es colocado en su ubicación respectiva y permanece bajo el cuidado y custodia del almacén, hasta que es solicitado por el cliente.
- *Despacho a clientes*: Los clientes internos (áreas de la mina), consultan por el sistema la existencia del elemento de inventario requerido y elaboran un vale de salida, luego en el almacén se observa la solicitud del sistema, se prepara el pedido y finalmente éste es entregado al cliente, por ventanilla, en las instalaciones del almacén o en el lugar en dónde el cliente se encuentre ubicado.

Según Ronald Ballou⁴⁰, “Es importante planear y controlar las actividades mencionadas con anterioridad y los flujos de información, sí afectan a la logística del servicio que pueda suministrarse al cliente”.

Por lo tanto, se sugieren las siguientes actividades de apoyo al proceso de suministro:

- *Planeación y Control de la Operación de Suministro*
- *Sistematización y flujo de información en los procesos*
- *Gestión de Inventarios*

El diagnóstico será presentado teniendo en cuenta el orden en que ocurren los procesos de reabastecimiento señalados en el esquema anterior. Los ejemplos que respaldan las situaciones mencionadas a continuación, corresponden al comportamiento de los Elementos de Protección Personal EPP del inventario de la mina CDJ. Este grupo de elementos del inventario, pertenece al grupo de elementos de Seguridad Industrial, del grupo mayor DOTACIÓN y fue seleccionado por solicitud de la empresa para realizar la aplicación del modelo de reabastecimiento.

Adicionalmente, la selección de este grupo es soportada por el siguiente análisis de valor de inventario: Para cada uno de los grupos mayores en los que se clasifica el inventario (activos, dotación, repuestos y consumibles), se obtiene que el porcentaje correspondiente al *valor de elementos de reposición*: dentro del grupo dotación es igual al 54%, en los activos 10%, en repuestos 40% y en los consumibles 42,5%. Por lo tanto es posible deducir que el porcentaje de elementos de reposición predomina en el grupo DOTACIÓN.

⁴⁰ BALLOU, Ronald H. Logística: Administración de la cadena de suministro. 5 ed. México: Pearson Educación, 2004, p.13.

Además, dentro del grupo Dotación el subgrupo de elementos que poseen mayor porcentaje en el *valor de elementos de reposición* son los elementos de Seguridad Industrial y a este grupo pertenecen los Elementos de Protección Personal EPP (Ver Anexo 7), escogidos por la empresa para la implementación y el diagnóstico del presente proyecto de grado.

Los procesos generales de suministro, se explican de manera detallada en el esquema del Anexo 10, el cual hace referencia a la estructura actual de suministro en la empresa. El esquema señala con un recuadro el proceso de Reposición de Inventarios, porque en éste se enfoca la propuesta de mejora planteada en el presente proyecto.

Sin embargo, el presente diagnóstico enuncia los procesos y la secuencia de ocurrencia adecuada (Ver Anexo 11) para generar óptimos resultados que permitan cumplir los objetivos del aprovisionamiento de productos por parte del Departamento de Compras, y de reabastecimiento a cargo del área de almacén, adscrita al Departamento de Inventario de C.I. PRODECO S.A.

El ciclo de reabastecimiento⁴¹ actual del inventario en la mina CDJ se describe de manera detallada en el esquema del Anexo 12.

El esquema correspondiente a los procesos de suministro sugerido, contiene a diferencia del proceso actual, la incorporación del modelo de reabastecimiento para determinar la cantidad a pedir en el proceso de reposición y clasificación en el proceso de gestión del inventario. Siguiendo el orden de procesos del Anexo 11, para el presente diagnóstico se enuncia cada proceso y son mencionados los problemas principales y las consecuencias que el problema genera para el

⁴¹ ANAYA, Julio y POLANCO, Sonia. Innovación y mejora de los procesos logísticos. Madrid: ESIC Editorial, 2005. p.160 y 161.

aprovisionamiento de inventario en la compañía. Las causas que los ocasionan se presentan en documentos anexos, que se enuncian después del problema.

Adicionalmente la información presentada se soporta con el análisis de movimientos realizados a los elementos de protección personal, los cuales representan situaciones que ocurren en el inventario total del almacén y se encuentran en los anexos del presente documento.

5.1 PROCESO DE REPOSICIÓN DEL INVENTARIO

El proceso de reposición de inventario está a cargo del área Almacén de la mina, Almacén Mina CDJ (adscrito al Departamento de Inventarios). El almacén administra las existencias físicas y los niveles de inventario, garantizando que los elementos de reposición se mantengan siempre abastecidos para cumplir con los requerimientos del usuario. Por otro lado, la reposición de elementos de cargo directo es responsabilidad de los clientes que requieren este tipo de productos.

La reposición es realizada por los operarios del almacén en el sistema de inventarios, elaborando un documento soporte denominado “requisición” y se abrevia con las siglas “RQ”, que es enviado a los compradores especializados del Departamento de Compras.

El reabastecimiento se efectúa de acuerdo a los niveles de inventario existentes después del despacho de mercancía (consumo de los clientes) efectuado diariamente en el almacén, utilizando la metodología de punto de reorden y cantidad pedida necesaria para llegar al nivel máximo. El reabastecimiento es realizado, sí los elementos de reposición se encuentran desabastecidos por debajo del mínimo o de manera anticipada para los mantenimientos preventivos

de equipos de carga y transporte de carbón, identificados por el área de mantenimiento con las siglas “PM”⁴².

Las siguientes son las Políticas de Inventarios para el reabastecimiento, determinadas por el Departamento de Inventarios, empleadas actualmente en la empresa:

- a) Los niveles de inventario definidos por la empresa para cada uno de los códigos de elementos de “reposición” son el nivel máximo y el mínimo. La política de inventarios para el almacén indica que la existencia disponible del elemento debe permanecer entre los niveles máximos y mínimos.
- b) Es política de inventarios que los elementos de reposición permanezcan disponibles en el almacén de la mina continuamente. Un elemento de reposición no debe quedar desabastecido (existencia disponible igual a cero).

El estado de abastecimiento del elemento que puede ser:

- Desabastecido (Existencia igual a cero).
- Por debajo del mínimo (Existencia menor al nivel mínimo de reposición).
- Abastecido (Existencia con niveles entre los máximos y los mínimos).

El reabastecimiento de elementos de reposición involucra diferentes procesos que utilizan los operarios para determinar cuándo reabastecer un elemento y la cantidad a pedir. Este proceso se realiza por medio de una requisición (Ver Anexo 13). El proceso detallado de reabastecimiento de elementos de reposición y de cargo directo se presenta en el Anexo 14 y 15 respectivamente.

⁴² PM, son siglas en inglés de las palabras “PreventiveMaintenance”. Actividades programadas de manera anticipada por el área de mantenimiento de la mina para cada uno de los equipos mineros con una frecuencia determinada de acuerdo a la cantidad de horas operativas contabilizadas a cada uno.

Para realizar la requisición y ordenar los elementos que va a requerir, el operario debe considerar los siguientes criterios:

1° A partir del Listado de Reposición, requerir los elementos que se encuentran desabastecidos. Luego continuar con los elementos que se encuentran por debajo del mínimo.

2° A partir de las copias de Vales de Salida entregados a los clientes en el despacho, elementos que tuvieron salida del almacén y quedaron desabastecidos.

3° De estos elementos seleccionar aquellos que tuvieron consumos anteriores recientes con mayor frecuencia y mayor cantidad.

El dato de cantidad a pedir se genera en el Reporte de Reposición el cual consta de:

- Lista de los elementos con su existencia actual disponible.
- Órdenes de Compra y Requisiciones pendientes por ingresar.
- Niveles máximos y mínimos.
- Cantidad a pedir.

En el Listado del Reporte de Reposición, el sistema calcula e indica la cantidad a pedir empleando la siguiente fórmula:

Cantidad a pedir = (Nivel Máximo) – (Existencias disponibles) - (Cantidades requeridas) – (Cantidades ordenadas pendientes por ingresar)

Actualmente se presentan diferentes procesos para realizar el reabastecimiento de elementos. La información detallada de estos procesos, se presenta en el Anexo 17.

El proceso de reposición de inventarios se encuentra dividido en los siguientes subprocesos, los cuales se describen a continuación:

- Análisis de consumo del cliente interno.
- Pronóstico de la demanda.
- Cálculo de necesidades de inventario (cantidad a pedir).
- Análisis de costos de inventario.
- Análisis del tiempo de entrega.
- Planeación del inventario en un horizonte de tiempo.

5.1.1. Análisis de consumo del cliente interno. A continuación se describen los aspectos susceptibles de mejora relacionados con este proceso:

- *Falta de control en el nivel de consumo de inventario por parte de los clientes internos.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 18. Las consecuencias generadas son:

- a. Inventario en exceso, ocasionando disminución de espacio disponible para almacenamiento, riesgo de obsolescencia e incremento en los costos de inventario.
- b. Rápido desabastecimiento de elementos, que conllevan a que en repetidas ocasiones y durante largos períodos de tiempo los clientes soliciten un producto al almacén y este no se encuentra disponible. (Ver Anexo 19)

- *Requerimientos de emergencia.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 20. Las consecuencias generadas son:

- a. Estos elementos deben buscarse con urgencia en el mercado nacional, y sí no se encuentra el producto este debe importarse y transportarse en vía aérea. Las actividades que deben ejecutarse para adquirir el producto generan un incremento en los costos inventario.
 - b. Los requerimientos de emergencia generan compras de emergencia y requerimiento de los elementos a los almacenes de otras minas. En el Anexo 21 se amplía la información de implicaciones de las compras de emergencia.
 - c. En ocasiones el elemento que se compra de emergencia tiene una requisición en curso y en la mayoría de los casos la orden de compra pendiente de ingreso, no se puede cancelar. Por lo tanto, se tiene el elemento pedido mediante importación (que llegará con la OC) más el elemento adquirido mediante la Compra de Emergencia. Lo que ocasiona sobreabastecimiento, e incremento en el costo de almacenamiento del inventario.
- *En el almacén no se realiza análisis del consumo de los clientes internos para obtener predicciones anticipadas de la demanda.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 22. Las consecuencias generadas son:

- a. No se tiene un compromiso con el cliente de entregarle en determinado tiempo a partir del momento en que se hace la requisición de elementos de reposición y de cargo directo y poder cumplir las entregas en el menor tiempo posible o de manera oportuna.

- b. Desabastecimiento del inventario e incumplimiento con las entregas a los clientes de los productos demandados. En el Anexo 19, Clasificación No. 6, se presentan ejemplos de esta situación.

5.1.2. Pronóstico de la demanda

- *No se realiza pronóstico de la demanda.* Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 23. Las consecuencias generadas son:

Incertidumbre en los niveles de inventario requeridos para satisfacer la demanda. Determinación errada de la cantidad a pedir, lo que ocasiona niveles de inventario desalineados con la demanda, por lo tanto se genera desabastecimiento o sobreabastecimiento de inventario.

5.1.3. Cálculo de necesidades de inventario (cantidad a pedir).

Cuánto se pide (según el Proceso de Reabastecimiento actual): La cantidad requerida se determina de acuerdo a las políticas de inventarios.

Cantidad a pedir = Cantidad del nivel máximo – (Cantidad disponible + Cantidades pendientes por llegar en OC y Requisiciones)

Cuándo se pide: (es decir, ¿cuándo se hace la requisición?)

El listado de reposición se expide por lo menos una vez a la semana y el proceso de reposición se realiza diariamente, hasta cuando el operario culmine la reposición de todos los ítems del listado. Adicionalmente, realizada diariamente por los operarios de turno con la información de la Bitácora y con los Vales de Salida (mejorar esta redacción), y escribir la fórmula con ecuaciones y simbología.

Los elementos que deben requerirse (desabastecidos y por debajo del mínimo) se identifican a partir de:

- La Bitácora.
- Existencia final en el sistema o (existencia en cero o por debajo del mínimo) en los formatos de Vales de Salida.
- Según los inventarios físicos de existencias.
- El Listado de Reposición.
- El Listado de Elementos requeridos para cumplir los programa de mantenimiento preventivo PM.

Las situaciones susceptibles de mejora en este proceso son:

- *No se tienen en cuenta la Gestión y Planeación de Inventarios (Políticas de Inventarios) para determinar la cantidad que se debe requerir en el Proceso de Reabastecimiento.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 21. Las consecuencias generadas son:

- a. Desabastecimiento: El elemento no está disponible cuando el cliente lo solicita. Los desabastecimientos en el almacén se presentan de manera constante. La continuidad en los desabastecimientos genera se realicen requisiciones con alta frecuencia y de considerable volumen de productos(Ver Anexo 19).
- b. Incumplimiento a los clientes: El almacén no puede garantizar el suministro de elementos a los clientes internos de manera continua.
- c. En este panorama de desabastecimiento, constante desconocimiento del consumo y del tiempo de entrega, la requisición del inventario se efectúa en

medio de gran incertidumbre. La persona encargada de elaborar la requisición considera conveniente en algunos casos, pedir cantidades en exceso, para amortiguar los problemas de desabastecimiento y demoras en la entrega.

- d. Requisiciones Innecesarias: Debido a que durante el proceso de elaboración de las requisiciones no se agrupan los ítems del inventario, ni se da prioridad a la elaboración de la requisición de acuerdo a la frecuencia de consumo del ítem y su demanda proyectada. Se están realizando requisiciones innecesarias de algunos elementos que se encuentran desabastecidos sin conocer que éstos no tienen demanda proyectada, y corresponden a elementos obsoletos o de baja rotación. En el Anexo 25 se presentan los casos de elementos con requisiciones de frecuencia inferior a un día entre sí.
- e. Requisiciones en exceso para elementos de Cargo Directo: No existe control en la cantidad a requerir por los usuarios de elementos Cargo Directo, esto ocasiona exceso de inventario.
- f. Requisiciones del mismo ítem con poco espaciamiento: Debido a que no se tiene en cuenta la demanda proyectada y planeada por el usuario y el tiempo de entrega del proveedor para consolidar los pedidos en una requisición. Adicionalmente, el producto queda desabastecido rápidamente después de ingresar al almacén, dado que no se controla el consumo de los usuarios, lo que origina que el elemento vuelva a quedar desabastecido y se haga una nueva requisición (Ver Anexo 25).
- g. Las requisiciones innecesarias y con alta frecuencia, generan sobreabastecimiento de inventarios, reproceso en la negociación con el proveedor, tiempo del comprador, tiempo del proveedor y volver a negociar uno o varios productos con los que ya se ha hecho el mismo proceso días anteriores (Ver Anexo 26).

- h. Incremento en los costos de inventario, costo de capital y costo de almacenamiento, inversión en inventario con poca demanda, pérdida por obsolescencia y falta de uso.
- *No se controlan los niveles de servicio y de seguridad del inventario.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 27. Las consecuencias generadas son:

- a. Las existencias de inventario no permiten satisfacer los requerimientos del cliente cuando hay variaciones en la demanda, en el tiempo de entrega del proveedor o en los procesos de reabastecimiento.
- b. No es posible asegurar un cumplimiento eficiente de los requerimientos del usuario porque no se programa contar con determinado inventario de seguridad.
- *No se controlan los niveles de inventario. Los elementos presentan inventarios por fuera de los niveles máximos y mínimos durante prolongados períodos de tiempo.* En el Anexo 28 se presenta el ejemplo de un elemento de este caso.

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 29. Las consecuencias generadas son:

- El nivel mínimo de reposición de seguridad no cubre la incertidumbre en la demanda, especialmente durante el Tiempo de entrega (tiempo de reposición), los consumos durante el periodo de reposición, están siendo asumidos frecuentemente por los inventarios de los almacenes en las otras minas, mediante los préstamos, porque en el almacén los elementos quedan desabastecidos.

- Dado que no se informa a los clientes cuando los elementos pasan de la clasificación “Elementos de reposición” a “Cargo Directo”, los clientes presumen que los elementos están siendo considerados dentro de la reposición de reposición, y que el almacén se está encargando de los requerimientos, pero cuando solicitan el elemento no hay existencias porque el almacén no debe gestionar la reposición de los elementos “Cargo Directo”.

5.1.4. Costos de inventario. En este aspecto se presenta una oportunidad de mejora debido a que *los costos de inventario no se tienen en cuenta para determinar la cantidad a pedir.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 30. Las consecuencias generadas son:

Incremento en los costos de inventario y pérdida de oportunidades de negociación con los proveedores para disminuir los costos en el proceso de reabastecimiento, costos de pedir o de mantener inventario.

5.1.5. Tiempo de entrega. En este aspecto se presenta una oportunidad de mejora debido a que en el almacén *no se conoce el Tiempo de entrega por proveedor, ni por grupos de productos,* para hacer la reposición de inventario.

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 31. Las consecuencias generadas son:

Consecuencias:

- Desabastecimiento del ítem durante el período de “tiempo de entrega”.
- Desabastecimiento del inventario por no tener en cuenta el tiempo de entrega y su variabilidad en el Proceso de Reabastecimiento (Ver Anexo 40)

5.1.6. Planeación del inventario en un horizonte de tiempo. En este aspecto se presenta una oportunidad de mejora debido a que *no se realiza Planificación de Inventarios*.

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 32. La consecuencia generada es que:

No es posible satisfacer las demandas del cliente durante períodos de tiempo prolongados, con la máxima eficiencia operativa y la mínima inversión en el inventario.

5.2 CONTROL Y GESTIÓN DE INVENTARIO

5.2.1. Niveles de inventario.

Niveles máximos y mínimos para productos de reposición. La empresa considera como Política de Inventarios mantener los elementos de reposición con cantidades disponibles entre los niveles máximos y mínimos. Los clientes (usuarios de los productos) determinan los máximos y los mínimos de cada ítem que requieren, de acuerdo al consumo proyectado. Por ejemplo, el área de mantenimiento, determina los máximos y los mínimos de los repuestos que deben estar en reposición, pues son los elementos con mayor rotación y los niveles de reposición son altos. Para actualizar los máximos, mínimos y las clasificaciones de los elementos dentro del grupo de reposición, el supervisor del almacén realiza reuniones principalmente con los departamentos de mantenimiento y de producción, considerando los nuevos comportamientos en el consumo de los ítems. Estas reuniones no son realizadas de manera periódica y los criterios para definir los niveles mínimos y máximos son empíricos y subjetivos de acuerdo a la percepción del usuario.

Por otro lado, En el almacén de la mina se controlan constantemente los niveles de inventario, por medio de conteos físicos cíclicos semanales y anuales, verificando que no haya discrepancias entre el dato real y el dato del sistema. Sin embargo se presenta oportunidades de mejora en los siguientes aspectos:

- *El inventario de materiales no se mantiene en los niveles de existencias adecuadas de acuerdo al uso para el que se destina. Se presentan faltantes en el inventario disponible, por lo tanto demanda insatisfecha y productos agotados.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 33. Las consecuencias son:

- a. Ruptura en los procesos operativos, compras de emergencia, requerimientos en los almacenes de otras minas, incremento en los costos de inventario, reprocesos, doble abastecimiento, por ejemplo, cuando se efectúa una compra de emergencia y el elemento está en tránsito próximo a ingresar al almacén.
- b. Retrasos en la operación minera, generando un incremento en los costos de producción.
- c. Se incrementan los costos de inventario. Por ejemplo, cuando se tiene urgencia en el reabastecimiento de un elemento y la Orden de Compra no ha sido recepcionada en el almacén. El elemento se adquiere mediante una compra por Caja Menor y el pedido en tránsito no puede ser cancelado.
- d. El proceso actual de reabastecimiento no cumple con las metas de las políticas de inventario que indican que un elemento de reposición no puede quedar desabastecido.(Ver Anexo 19)

- e. No se cumplen las premisas de “cero desabastecimientos”, “cero paradas en el mantenimiento” y “cero paradas en la operación” ocasionadas por inexistencias de inventario(Ver Anexo 19, Elementos de mayor criticidad en el desabastecimiento).
 - f. Se presentan desabastecimientos de productos de reposición durante períodos de tiempo superiores a tres días. (Ver Anexo 19, Clasificación No. 1:Elementos en los cuales un desabastecimiento ha durado mayor cantidad de días).
 - g. Las cantidades que se encuentran por debajo del nivel mínimo no son reabastecidas antes de agotar sus existencias. Se presentan casos en los cuales los elementos pasan del nivel “por debajo del mínimo” a “desabastecido” en corto tiempo, debido a que el reabastecimiento no se realiza de manera oportuna. (Ver Anexo 34)
- *Altos niveles de inventario en el almacén.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 35. Las consecuencias generadas son:

- a. Altos niveles de obsolescencia.
- b. Incremento en los costos de inventario, costo de capital y costo de almacenamiento, inversión en inventario con poca demanda, pérdida por obsolescencia y falta de uso, duplicidades en el inventario, desperdicios, productos dados de baja e inutilización de materiales.
- c. Los niveles de inventario no se controlan por lo tanto no se están optimizando.

- *No existe una clasificación de acuerdo a la importancia del inventario, para hacer más eficiente su administración y control.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 36. La consecuencia generada es:

El proceso de control físico de los niveles de reposición del inventario para cumplir con el abastecimiento y no tener inventario en exceso es ineficiente porque debería enfocarse en los grupos de productos críticos y no en todo el inventario de manera simultánea como se realiza actualmente.

5.3 APROVISIONAMIENTO

El aprovisionamiento en C.I. Prodeco S.A, inicia cuando el requerimiento, pasa del almacén al departamento de compras. Después de ser revisado y verificar que cumpla con las autorizaciones respectivas, se emite la Orden de Compra, denominada con las siglas “OC” al proveedor correspondiente. El proceso de aprovisionamiento se presenta de manera detallada en el Anexo 37.

El aprovisionamiento se encuentra dividido en los siguientes subprocesos y se describen a continuación:

- Consolidación del pedido
- Negociación con los proveedores
- Lanzamiento de la orden de compra
- Gestión de proveedores y seguimiento a la entrega de la orden de compra
- Transporte

5.3.1. Consolidación del pedido. El departamento de compras opera elaborando las órdenes de compra a partir de las requisiciones efectuadas por los usuarios en las minas o en el puerto. Las requisiciones para el reabastecimiento de materiales

son elaboradas en los almacenes, cuando corresponden a elementos de reposición, o por los clientes de cada área (de la mina o el puerto), cuando son de elementos de cargo directo. El departamento consolida los pedidos que son de una mina y pueden asignarse al mismo proveedor. Al respecto, se presenta la siguiente situación susceptible de mejora:

Las requisiciones se realizan con el listado de diversos productos, de manera continua, todos los días. No son elaboradas de manera organizada por grupos de productos en determinados períodos de tiempo.

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 38. La consecuencia generada es:

Esto hace más complejo el proceso de consolidación del pedido y lanzamiento de la orden de compra por proveedor. Las órdenes de compra también se realizan de manera continua con todos los elementos del catálogo que se encuentran en las requisiciones (Ver Anexo 39).

5.3.2. Negociación con los proveedores: Relación con los proveedores, seguimiento al proceso de reabastecimiento, descuentos en las compras, etc. Cada vez que es realizada la compra se hace una negociación diferente, debido a que las condiciones de negociación dependen de la cantidad comprada. Esto también influye en la negociación del lugar en donde será entregada la mercancía.

Una situación susceptible de mejora es que *no existen procesos de negociación a largo plazo con los proveedores en los que se establezcan periodicidad en la entrega, cantidad entregada y precios fijos y compromisos con un tiempo de entrega determinado*(Ver Anexo 40).

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 41. Las consecuencias generadas son:

- a. Cuando las condiciones de negociación presentan gran variación, los precios del producto varían y la cantidad que se está comprando también, resulta más difícil realizar el proceso de gestión, control y seguimiento al abastecimiento.
- b. Se invierte mayor cantidad de dinero y tiempo en procedimientos de reabastecimiento y negociación con los proveedores cada vez que se hace el lanzamiento de una orden de compra, cuando estos procesos se podrían hacer sólo una vez cada año.
- c. La variabilidad en el tiempo de reposición del proveedor, influye en los resultados del proceso de reabastecimiento, porque la cantidad a pedir y el período de reposición dependen de la estimación de un “tiempo de reposición esperado” el cuál debe tener el mínimo error con relación al tiempo de reposición real del proveedor.

5.3.3. Lanzamiento de la orden de compra. En éste subproceso se ha identifica que *no hay consolidación de los pedidos, ni unificación del proceso de reabastecimiento, ni de las condiciones de negociación, por grupos de productos, y proveedores en todos los almacenes.* Los casos de asignación de más de dos proveedores a un producto se presentan en el Anexo 42.

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 43. Las consecuencias son:

El proveedor cotiza, recibe y entrega simultáneamente órdenes de compra de los mismos productos para diferentes almacenes de la compañía y en repetidas ocasiones en un período de tiempo (Ver Anexo 39). Por lo tanto se incrementa el

tiempo de reabastecimiento ya que el proveedor realiza reprocesos con órdenes de compra de productos iguales consecutivamente.

5.3.4. Gestión de proveedores y seguimiento a la entrega de la orden de compra. El seguimiento realizado para controlar el proceso de abastecimiento de la mercancía requerida en la mina, es realizado por el Departamento de Expediting. Sin embargo, existe un proceso de ruteo inverso que generalmente se presenta cuando el usuario requiere el elemento y en los eslabones de la Cadena de Aprovisionamiento se perciben retrasos en el ingreso de la OC a la mina o en el tiempo de entrega al que se comprometió el proveedor, el proceso que busca agilizar la entrega de la OC es realizado como se explica en el Anexo 44. En este subproceso se identifica una oportunidad de mejora porque:

No existe una metodología de medición y control que se encargue de la Gestión de los Proveedores y de los Procedimientos de Compras, garantizando el abastecimiento oportuno de los elementos.

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 45. Las consecuencias son:

- a. No es posible controlar que el departamento de compras cumpla con los tiempos de entrega al almacén para éste entregue de manera oportuna a los clientes internos.
- b. Por lo tanto no se hace un control efectivo entre el tiempo de entrega esperado y el tiempo de entrega real para de esta manera evaluar el desempeño del proveedor y corregir los errores en el proceso de aprovisionamiento. No se realiza control para determinar sí el proveedor está cumpliendo con el tiempo de entrega pactado.

- c. No se puede realizar una evaluación del desempeño del proveedor para su selección en futuras negociaciones.
- d. No se está cumpliendo con el objetivo de garantizar el abastecimiento oportuno de materiales y elementos (de reposición y cargo directo).
- e. Actividades que no se tienen en cuenta en la planeación del proceso de reabastecimiento, ocasionan demoras en el tiempo de abastecimiento previsto.

5.3.5. Transporte. Para garantizar la eficiencia en el transporte y minimizar los costos de ésta operación, tanto en el transporte nacional como en el internacional se consolidan las cargas de mercancía de todas las operaciones de C.I. Prodeco S.A y se unifican las que tienen el mismo destino. Las entregas son efectuadas dos o tres veces por semana de acuerdo a la cantidad de producto que se requiera transportar hacia los almacenes de las minas.

En la empresa transportadora se consolida la carga hasta completar la capacidad total del vehículo, unificando los pedidos de los almacenes ubicados en la misma zona.

La política que se debe cumplir en el transporte es aumentar la cantidad de mercancía embarcada en cada traslado para disminuir la cantidad de viajes realizados. Los viajes no se despachan hasta no tener lleno el vehículo o el contenedor.

En la siguiente situación se presenta una oportunidad de mejora: *La consolidación de pedidos en la empresa transportadora hasta llenar los contenedores del transporte nacional o internacional no es considerada en la planeación del proceso de reabastecimiento para determinar la cantidad a pedir y para hacer un correcto seguimiento al tiempo que transcurre hasta que el pedido ingresa al almacén.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 46. Genera la siguiente consecuencia:

Sí este tiempo de consolidación de pedidos no se tiene en cuenta al planear la reposición, se generan retrasos en el cumplimiento de la reposición en la fecha que el cliente necesita el elemento.

5.4 OBTENCIÓN DEL PRODUCTO Y ALMACENAMIENTO

Estos procesos tienen a cargo el ingreso de producto al almacén de la mina, registro de ingreso y ubicación de los elementos en la estantería respectiva.

5.4.1. Obtención del producto. En el Anexo 47 se presenta el diagrama del proceso de recepción de productos en el almacén de la mina.

5.4.2. Almacenamiento. En el Anexo 48 se presentan los procesos desarrollados en el almacén y en el Anexo 49 se describen las funciones realizadas por el personal de almacén durante sus jornadas de trabajo.

5.5 DESPACHO AL CLIENTE

El usuario elabora un Vale de Salida y lo transmite por el sistema al almacén, (El vale de salida puede contener uno o más productos). En el almacén se preparan los productos que van a ser despachados, y finalmente estos son entregados al usuario. La política de entrega de mercancía actual consiste en entregar los Vales de Salida (VS) solicitados por los usuarios, en su lugar de trabajo. Evitando que el usuario que requiere los elementos se deba desplazar hasta el almacén de la mina. Este proceso se ha implementado desde Enero de 2009 y ha conseguido resultados favorables en cuanto a los niveles de satisfacción de los usuarios.

Los operarios del almacén realizan el alistamiento de los elementos, consolidan los pedidos y planean el recorrido por la mina para realizar el despacho de los VS solicitados por cada área. El procedimiento de despacho se presenta en el Anexo 50.

La oportunidad de mejora identificada es que *no se mide el nivel de servicio y el nivel de satisfacción del cliente interno*. Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 51. Las consecuencias generadas son:

- a. No se miden las deficiencias del proceso de reabastecimiento y las repercusiones que esto ocasiona en la operación minera, por lo tanto no es posible corregir estos errores para garantizar un proceso de mejoramiento continuo en los resultados.
- b. El cliente interno no tiene una opinión favorable del proceso de aprovisionamiento realizado por el Departamento de Compras de la compañía.

5.6 PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA OPERACIÓN DE SUMINISTRO

El Departamento de Inventarios ha implementado indicadores de control de inventario y seguimiento a los procesos, los cuales se presentan y explican en el Anexo 52. El Coordinador de Control Interno, realiza seguimiento a los indicadores, los cuales se obtienen de reportes mensuales, provenientes de Sisma (Sistema de Información de Mantenimiento de Inventarios) o mediante reportes de SQL.

El Departamento de Inventarios realiza reuniones para analizar el desempeño de las actividades y el cumplimiento de los indicadores. En ésta reunión se revisa el listado de los proyectos planeados a corto plazo por cada almacén y por cada

cargo. En reunión semanal se analiza el cumplimiento de las metas de cada almacén; y en reunión mensual se revisa el desempeño de cada almacén y de cada cargo.

Sin embargo, este proceso requiere afianzamiento, mejora continua e integración con el Departamento de Compras para que sean tomadas medidas preventivas y correctivas en cada proceso.

- *Se debe mejorar la gestión de los procesos y del recurso humano en las áreas de aprovisionamiento. Estas áreas deben operar de manera integrada y sus procesos controlarse en conjunto. Garantizando que la operación permanezca alineada con los objetivos de reabastecimiento y de satisfacción del cliente interno.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 53. Las consecuencias generadas son:

- a. Deficiencias en el control del Flujo de materiales entre los procesos.
- b. La falta de integración y de sinergias en los procesos, lo cual incrementa los costos y tiempos en la operación de aprovisionamiento. Por ejemplo, la falta de integración entre los procesos de aprovisionamiento y almacenamiento, genera deficiencias en la preparación del espacio disponible en el almacén, para el ingreso de los productos próximos a ser recepcionados.
- c. El proceso de reabastecimiento no está alineado con los objetivos del Departamento de Compras para garantizar un eficiente reabastecimiento de los elementos requeridos en la operación minera. Las deficiencias en los procesos de reabastecimiento y aprovisionamiento ocasionan que no se realice un

control del suministro y de los pedidos del inventario que garantice siempre existencias en el inventario de elementos de reposición.

- *Los procedimientos, objetivos e indicadores en los procesos de suministro no se encuentran estandarizados, difundidos y controlados en la operación.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 54. La consecuencia generada es:

Deficiencias en los resultados y cumplimiento de los objetivos de cada proceso. Durante el desarrollo de la operación de reabastecimiento se realizan actividades no alineadas con los procedimientos y cada área toma decisiones internas de manera arbitraria.

5.7 SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN LOS PROCEDIMIENTOS Y LA CONEXIÓN ENTRE LOS MISMOS

En este proceso se observaron los siguientes aspectos susceptibles de mejora:

- *Se presentan errores en la precisión de la información presentada por el sistema de inventarios, con relación a la información real. Estos errores fueron identificados comparando los reportes del sistema y las existencias físicas del inventario.*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 55. La consecuencia generada es:

Se presentan discrepancias entre el inventario real y el inventario teórico presentado en el sistema informático, ocasionando un desfase entre la información de existencias disponibles proporcionadas por el sistema y la existencia real. Lo

cual genera inexactitud en las cantidades a pedir en el proceso de reabastecimiento, cuyo valor se determina a partir de la existencia de inventario presentada por el sistema.

Deficiencias en la trazabilidad realizada al movimiento del inventario, medición y reporte de indicadores de desempeño del inventario y de los procesos.

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 56. Las consecuencias generadas son:

- a. Deficiencias en el Flujo de Información entre los procesos. La información no es acertada y no se actualiza en línea.
 - b. No existe una herramienta informática, que permita conocer la situación real y actual de los movimientos de inventario y los resultados de los procesos; empleada para evaluar los resultados del suministro periódicamente y tomar decisiones operativas que permitan reorientar el curso de los procesos de aprovisionamiento.
 - c. La toma de decisiones y Planeación a Mediano y Largo plazo no tiene en cuenta el análisis de reportes e informes suministrados por una herramienta informática.
- *Deficiencias en la integración de la información entre los procesos de suministro de inventario al almacén de la mina, para de ésta manera planear los procesos de reabastecimiento y aprovisionamiento y hacer un adecuado seguimiento a la entrega de los productos requeridos. (Los procesos mencionados han sido descritos en la página 58 del presente documento).*

Las causas de esta situación son descritas en el Anexo 57. La consecuencia generada es:

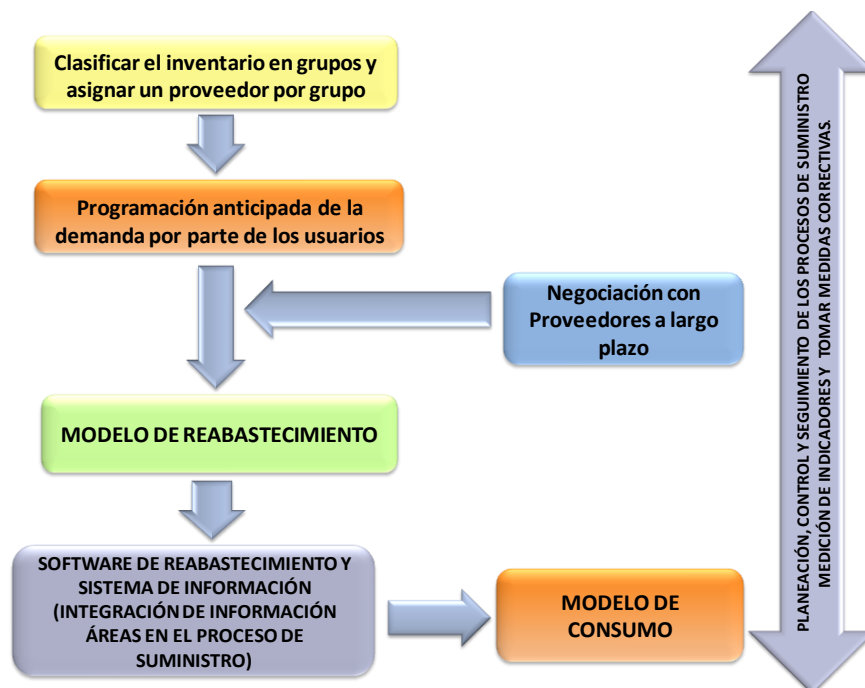
Estimaciones erradas en los procesos de reabastecimiento y determinación de los niveles de inventario óptimos requeridos en el almacén para satisfacer la demanda y minimizar los costos.

5.8 ASPECTOS SUSCEPTIBLES DE MEJORA

Después de analizar cada proceso del suministro de elementos a los almacenes de las minas y puerto de C.I. Prodeco S.A. y de identificar oportunidades de mejora, son presentadas las propuestas generales del proyecto, orientadas a resolver las causas de los problemas hallados en el diagnóstico anterior.

Las propuestas de mejora generales y la secuencia en la que se plantea deben desarrollarse, se presentan en el siguiente esquema: (Ver Figura 13)

Figura 13. Propuestas de mejora generales



Fuente: Autora del proyecto

Las propuestas se aplicarán a los procesos de suministro de materiales de manera simultánea, tendrán repercusión específica en cada uno de éstos.

Los aspectos susceptibles de mejora son los problemas presentados en el proceso de Reposición de Inventarios, Gestión de Inventarios, Planeación y Control de la operación de suministro y Sistematización de la información de los procedimientos de suministro y su interconexión. Los demás procesos presentaran mejoras a partir de la repercusión que tendrá la aplicación de las propuestas planteadas teniendo en cuenta la interacción de todos los procesos de suministro.

A continuación son enunciados los procesos y las propuestas orientadas a remediar las causas que propician las situaciones susceptibles de mejora.

Propuestas aplicadas a Reposición del inventario: Programación Anticipada de la demanda, Modelo de Reabastecimiento, Modelo de Consumo y Software de Reabastecimiento. La relación entre la propuesta y las causas a las cuales se encuentra orientada se presenta en el Anexo 58.

Propuestas aplicadas a Gestión del inventario físico: Clasificación del Inventarioy Modelo de Reabastecimiento. La relación entre la propuesta y las causas a las cuales se encuentra orientada se presenta en el Anexo 59.

Propuestas aplicadas al Aprovechamiento: Modelo de Reabastecimiento, Negociación con los proveedoresy Planeación, seguimiento y control de los procesos de suministro. La relación entre la propuesta y las causas a las cuales se encuentra orientada se presenta en el Anexo 60.

Propuestas aplicadas al Despacho al cliente: Planeación, seguimiento y control de los procesos de suministro. La relación entre la propuesta y las causas a las cuales se encuentra orientada se presenta en el Anexo 61.

Propuestas aplicadas a la Planeación y Control del Proceso de Suministro:

Modelo de Reabastecimiento y Planeación, seguimiento y control de los procesos de suministro. La relación entre la propuesta y las causas a las cuales se encuentra orientada se presenta en el Anexo 62.

Propuestas aplicadas al Sistema de Información: Software

de Reabastecimiento, Modelo de Reabastecimiento y Planeación, seguimiento y control de los procesos de suministro. La relación entre la propuesta y las causas a las cuales se encuentra orientada se presenta en el Anexo 63.

La descripción detallada de la Propuesta de Mejora será presentada en el Capítulo 6 del presente documento, en donde se explican cada una de las propuestas generales presentadas en la Figura 13.

6. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Las propuestas planteadas en el presente proyecto tienen como objeto garantizar que se cumpla de manera conjunta con:

- a) Satisfacción del Cliente
- b) Objetivos del Departamento de Compras
- c) Objetivos del área Almacén y del Departamento de Inventarios

Por lo tanto se pretende cumplir los siguientes preceptos escritos por autores que han desarrollado temáticas similares a la planteada en el presente proyecto:

(Según Salvador Mercado⁴³)

- *Mantener la continuidad de abastecimiento y hacerlo con la inversión mínima en existencia.*
- *Mantener los niveles de calidad y la cantidad correcta en los materiales, de acuerdo al uso para el que se destinan.*
- *Procurar materiales al precio más bajo posible compatible con la calidad y servicio requeridos.*
- *Garantizar la entrega de equipos, elementos, materiales o servicios oportunamente, en la fecha correcta y él en lugar correcto a quienes los solicitan.*
- *Garantizar en las compras que el precio de los elementos sea bajo pero que prevalezcan los otros objetivos prestando atención a la calidad pedida y las cualidades que un producto debe poseer para satisfacer la demanda del cliente⁴⁴.*

^{43y44} MERCADO, Salvador H. Compras Principios y Aplicaciones. 3ª ed. México: Limusa Noriega Editores, 2000, p. 14 y 105

- *“Velar por la entrega oportuna de los elementos al cliente. Evitar duplicidades, desperdicios e inutilización de los materiales”.*⁴⁵

(Según William Mayard⁴⁶)

- *“Satisfacer las demandas del cliente con la máxima eficiencia operativa y la mínima inversión en el inventario”.*

(Según Agustín Rodríguez⁴⁷)

- *“Garantizar y mantener un flujo continuo de materiales a todas las operaciones.*

Para el caso específico del proceso de suministro en el almacén de la mina se debe garantizar la satisfacción del cliente, el abastecimiento de productos a la operación y cumplir con las siguientes metas: cero paradas en la operación de la mina, cero paradas en el mantenimiento y cero desabastecimientos. Además, entregar en el menor tiempo posible los elementos de reposición y de cargo directo pedidos por los clientes y mantener siempre existencias en los elementos de reposición, de acuerdo al consumo de estos.

La descripción de la propuesta se presentará explicando las mejoras planteadas en cada uno de los procesos de suministro, como es indicado a continuación:

⁴⁵MERCADO, Salvador H. Compras Principios y Aplicaciones. 3ª ed. México: Limusa Noriega Editores, 2000, p. 15.

⁴⁶ MAYARD Hodson, William K. Manual del Ingeniero Industrial. 4ª ed. México: Mac Graw Hill Editores, 2001, p. 10.59 y 10.83

⁴⁷RODRÍGUEZ Sahagún, Agustín. La Programación y el Control de las Compras y los Aprovisionamientos. España: Editorial Pearson, 1964, p.10.

6.1 REPOSICIÓN DEL INVENTARIO

6.1.1. Análisis de consumo del cliente interno

Propuesta 1: Programación Anticipada de la Demanda. Esta propuesta indica hacer una proyección de la demanda, determinada por los usuarios de cada uno de los productos. Siguiendo la metodología de demanda dependiente sugerida por la técnica planeación de requerimientos de materiales MRP.⁴⁸ Considerando que la demanda de los elementos corresponde a la programación de actividades en un horizonte de tiempo y de los requerimientos de inventario requeridos para desarrollar cada actividad.

Según William Mayard⁴⁹ *“Antes de que se planee y se programe la producción, se debe evaluar la demanda del cliente para períodos futuros, por lo común, sobre la base de un plan programado de la producción”*. Así mismo antes de planear el aprovisionamiento, se evaluará la demanda del cliente programada para períodos futuros.

Esta propuesta requiere previamente:

Clasificar el inventario en grupos de productos y asignar a cada grupo un proveedor único. Se agrupa el inventario en productos similares de acuerdo a su uso y a cada grupo se asigna un proveedor único. El proveedor único, será el encargado de suministrar un grupo de productos durante un período de tiempo (aproximadamente un año), de acuerdo a condiciones de negociación definidas con el proveedor, como se indica en la página 95 del presente documento. De esta manera las requisiciones serán realizadas por grupos de productos y

^{48y 49} MAYARD, William K, HODSON. Manual del Ingeniero Industrial. 4 ed. Mexico: Mc Graw Hill, 2001, p.10.89. y 10.27

proveedores. Siguiendo la misma organización, son consolidadas las órdenes de compra. Por lo tanto, el proceso de reabastecimiento se realiza en orden para el mismo grupo de inventarios, desde la programación de los requerimientos hasta el lanzamiento de la orden de compra. La clasificación de inventarios sugerida se presenta en el Anexo 7.

A partir de los grupos de inventario, los clientes deben hacer programación de actividades y requerimientos: Enunciando cada una de las actividades que realizan con frecuencia, las cantidades de elementos requeridas por cada grupo de productos y la fecha en que se planea el consumo de éstos. En el Anexo 64 se presenta el formato diseñado para que el usuario elabore esta programación. Los consumos pueden consolidarse por períodos de tiempo de acuerdo al período de reposición determinado por el modelo de reabastecimiento para el grupo de inventario.

Después de la programación por actividad el usuario consolida la cantidad total demanda en cada grupo de productos. Por ejemplo el usuario *Seguridad Industrial*, hace la programación de la demanda del grupo “*Elementos de Protección Personal*”, suministrados por un único proveedor como se observa en la Figura 14.

Figura 14. Programación de la Demanda consolidada por grupos de inventario.

PROGRAMACIÓN ANTICIPADA DE DEMANDA POR USUARIO [Año 2007]																
CODIGO	DESCRIPCIÓN	Período 1		Período 2		Período 3		Período 4		Período 5		Período 6		Período 7		TOTAL
		06/01-15/01	16/01-28/02	01/03-10/03	11/03-23/04	24/04-2/05	3/05-15/06	16/06-25/06	26/06-7/08	8/08-17/08	18/08-30/09	01/10-10/10	10/10-22/11	23/11-1/12	2/12-31/12	
USUARIO	SEGURIDAD INDUSTRIAL															
20936	PROTECTORES AUDITIVOS DESECHAB	0			1400	1010	2495	720	2950	50	4570	860	5330	1740	5198	26323
20937	PROTECTORES AUDITIVOS TIPO COPA	0									1					1
20256	CASCO DE SEGURIDAD VERSATILE RE	0	13	16	41	13	72	7	4	2	69	2	14			253
20469	GUANTES LARGOS EN CARNAZA PARA	0	3	6	36	5	36	8	29	0	30	9	8	34	24	228
20468	GUANTES DE CARNAZA MANGA CORTA	0	1	0	0	6	28	12	0	2	7	0	0	0	0	56
20470	GUANTES DE CAUCHO NEGRO DE 14"	0														
11925	CHALECOS REFLECTIVOS	0	9	0	2	0	0	0	1	0	6	0	2	0	1	21
11924	CHALECO SALVAVIDAS										3					3
11405	CAPUCHAS PARA SOLDADORES (ESCA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11920	MASCARILLA PARA GASES ACIDOS	1	0	0	5	0	3	0	0	0	9	0	0	0	0	18
20437	ANTEOJOS SOLDAR DE COPA															

Fuente: Autora del proyecto

La programación de la demanda es realizada por el cliente interno en un módulo del Software de Reabastecimiento y esta información alimenta los datos del Horizonte de Planeación en línea. El modelo de reabastecimiento, con la aplicación del software propuesto debe consolidar por elemento la demanda programada por los diferentes usuarios.

El modelo permite que simultáneamente se adicionen a estos pedidos programados los pedidos de Elementos de Cargo directo para el mismo grupo de productos y los respectivos proveedores.

6.1.2. Determinación de la cantidad a pedir.

Propuesta 2: Modelo de Reabastecimiento con administración científica de inventarios. Según, Hillier y Lieberman⁵⁰ *“La administración científica de inventarios comprende los siguientes pasos:*

- 1. Formular un modelo matemático que describa el comportamiento del sistema de inventarios.*
- 2. Derivar una política óptima de inventarios respecto a este modelo.*
- 3. Utilizar un sistema de procesamiento de información computarizado para mantener un registro de los niveles de inventario.*
- 4. A partir de los registros de los niveles de inventario, utilizar la política óptima de inventarios para señalar cuándo y cuánto conviene reabastecer.”*

Aplicando estos preceptos y un modelo matemático a partir de la formulación de teoría de inventarios, se propone una metodología de programación sistemática del reabastecimiento que permite planear, controlar y mejorar la operación de reabastecimiento vigente.

⁵⁰HILLIER, Frederick S, LIEBERMAN, Gerald J. Investigación de Operaciones. 7 ed. México: Mc Graw Hill, 2004.p 936.

El modelo propuesto garantiza un abastecimiento eficiente, el objetivo es mejorar los procesos de reabastecimiento que competen al Departamento de Inventarios, partiendo de la premisa que no se pretende tener injerencia en el análisis de las labores de compras, gestión del almacén y de inventario. Sin embargo, estas actividades por encontrarse vinculadas con el proceso de reabastecimiento, tendrán repercusiones con la aplicación del mismo.

El Modelo de Reabastecimiento involucra a los clientes del almacén, porque su funcionamiento depende de la planeación y programación de actividades y consumos del cliente. Por lo tanto, el funcionamiento eficiente de Modelo requiere un trabajo articulado con todas las áreas de la mina, alineando los objetivos del Departamento de Inventarios y los de la operación minera.

El Modelo estandariza los procesos de reabastecimiento (considerando que actualmente existen varios métodos para reabastecer los ítems del inventario) en uno sólo. Teniendo en cuenta que, dicho proceso debe organizarse para ser alineado y estructurado con el resto de actividades del almacén.

El modelo propuesto planea que el reabastecimiento se realice en períodos de tiempo iguales, por cada grupo de inventario de elementos de reposición catalogados en el almacén de la mina. Considerando este precepto y que la cantidad demandada es conocida pero variable de un período al siguiente, el modelo de reabastecimiento propuesto se basa en los conceptos de Modelo de Inventarios Estocástico con Revisión Periódica. Los supuestos del modelo de reabastecimiento, adaptados a las condiciones reales de la empresa se presentan en la siguiente tabla: (Ver Tabla 1)

Tabla 1. Supuestos del Modelo de Reabastecimiento.

DESCRIPCIÓN	MODELO ESTOCÁSTICO MULTIPRODUCTO CON REVISIÓN PERIÓDICA
Tipo Modelo	Modelo de Reposición Multiproducto: El modelo es aplicado de manera simultánea a varios productos. Un grupo de productos.
Período de Revisión	Modelo de Revisión periódica, con periodo de reposición fijo. Pero, con pedidos de emergencia cuando el nivel de inventario es igual al Nivel Mínimo y no hay inventario en tránsito con el fin de evitar desabastecimiento durante el tiempo de reposición.
Unidad de Tiempo	La unidad de tiempo del modelo es "día".
Productos	El grupo de productos a los cuales se aplica el modelo son "estables", no perecederos. Productos terminados requeridos para desarrollo de la operación minera.
Tiempo de Entrega (L)	El tiempo de Entrega Total = Tiempo de Entrega Interno (de la compañía) + Tiempo de entrega del proveedor + Tiempo a cargo de la empresa de transporte.
	Tiempo de Entrega Total es "Estocástico" conocido y variable con desviación estándar y valor promedio. Sin embargo, el poder de negociación con los proveedores y los procesos de reabastecimiento se irán mejorando paulatinamente para garantizar la mínima variabilidad en el tiempo de reposición total. Para el modelo se supone fijo.
Período de Reposición (to)	El Período de Reposición se calcula con el modelo y es un dato fijo. La longitud del ciclo de reposición es el tiempo transcurrido desde que ingresa el pedido del producto hasta que vuelve a ingresar. En el modelo se planean varios períodos de reabastecimiento a la vez, n períodos.
Demanda	La Demanda "Estocástica o Probabilística" es conocida y variable con desviación estándar entre un período y el siguiente y valor promedio. Sin embargo, la demanda está bajo el control de la empresa, debe programarse de manera anticipada y posible presente variación debido a la incertidumbre en la planeación de la demanda.
Tipo de Demanda	El Modelo Supone Demanda Independiente. Sin embargo, propone utilizar los conceptos de planeación de los recursos materiales MRP de demanda dependiente para que los clientes internos planeen de forma anticipada la demanda.
	Pretende implementar los conceptos de Administración JIT, programando reabastecer exactamente el número correcto de inventario requerido, evitando los desperdicios con excesos de inventario innecesario.
Inventario de Seguridad	La variación en la demanda se prevee planeando un Nivel de Servicio, con un 95% de probabilidad de satisfacer los requerimientos del cliente, es decir que no ocurran faltantes. Por lo tanto se ha determinado un Inventario de Seguridad para cubrir el 5% de probabilidad de faltantes en la demanda. El Inventario de Seguridad Is es diferente al Nivel Mínimo de Inventario. Se planea que la cantidad ordenada ingrese al almacén antes de agotarse el Inventario de Seguridad.
Nivel Máximo	El nivel máximo de inventario es constante para los n períodos. Pero se toma como un valor de referencia dato que el modelo planteado es de demanda variable. Por lo tanto el nivel máximo también varía y se debe ajustar periódicamente.
Nivel de Faltantes	En un modelo de período fijo como éste, se pueden presentar faltantes en cualquier punto del período. Los faltantes se presentan cuando la demanda es superior a la demanda promedio estimada durante el período de reposición. Sin embargo para esta aplicación las políticas de inventario de la empresa no se planean ni admiten los faltantes en el inventario y no está permitido que los faltantes en la demanda sean reabastecidos después del período de tiempo.
Precio Unitario	El precio unitario del producto está bajo el control de la empresa y se supone constante durante determinado tiempo, de acuerdo a las condiciones de negociación con el proveedor.
Descuento	No se contempla, tasas de descuento por cantidad de productos pedidos.

Costos	Calcula el Costo Total esperado para n períodos. Tiene en cuenta los costos de pedir al proveedor y los costos de almacenar el producto.
	Los costos unitarios se suponen fijos y se tienen en cuenta sólo para el cálculo de los Costos Totales. Los costos de pedir y de almacenar son determinísticos, fijos durante el período de análisis.
	Los costos de transporte nacional son incluidos en el costo unitario del producto.
Inventario	Se conoce la cantidad actual del inventario. El modelo contempla que existe un inventario inicial cuando se hace el pedido.
El Modelo permite:	Función objetivo: Minimizar Costos Totales de Inventario
	Determinar los períodos fijos de reposición. Óptimos
	Determinar el inventario de seguridad, es decir el nivel de servicio. Óptimo
	Determinar los niveles óptimos de máximos y mínimos. Óptimos
	Determinar la cantidad a pedir, Q. Óptima, que es variable en el tiempo.

Fuente: Adaptación de conceptos teóricos de Hillier y Lieberman⁵¹ al contexto de reabastecimiento en la empresa.

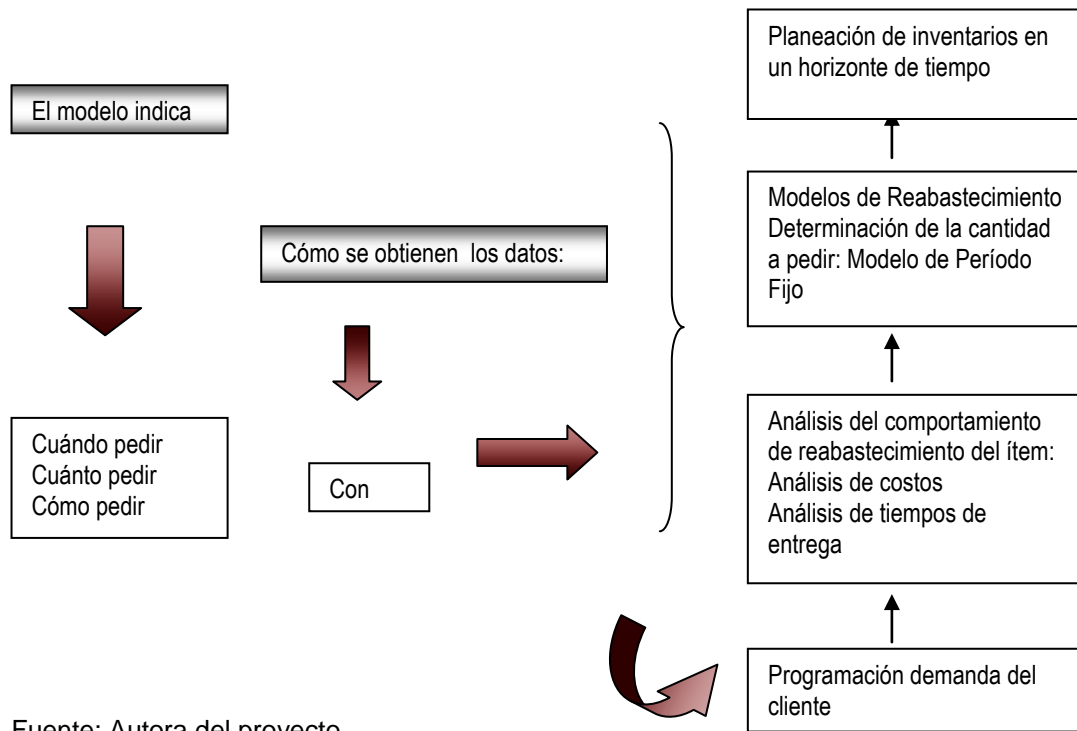
Datos que presenta el Modelo: El modelo realiza los siguientes cálculos:

- Cuándo pedir: En qué momento se hace el pedido
- Cuánto pedir
- Pedir la cantidad requerida hasta el siguiente consumo en un horizonte de tiempo, dividido en períodos de reposición fijo.
- El punto mínimo
- El punto máximo
- Nivel de servicio e Inventario de Seguridad

El siguiente esquema presenta las actividades realizadas para el planteamiento del modelo de reabastecimiento (Ver Figura 15).

⁵¹LIEBERMAN, Gerald J. y HILLIER, Frederick S. Investigación de Operaciones. 7 ed. México: Mc Graw Hill, 2004.p 956-959.

Figura 15. Planteamiento del Modelo de Reabastecimiento.



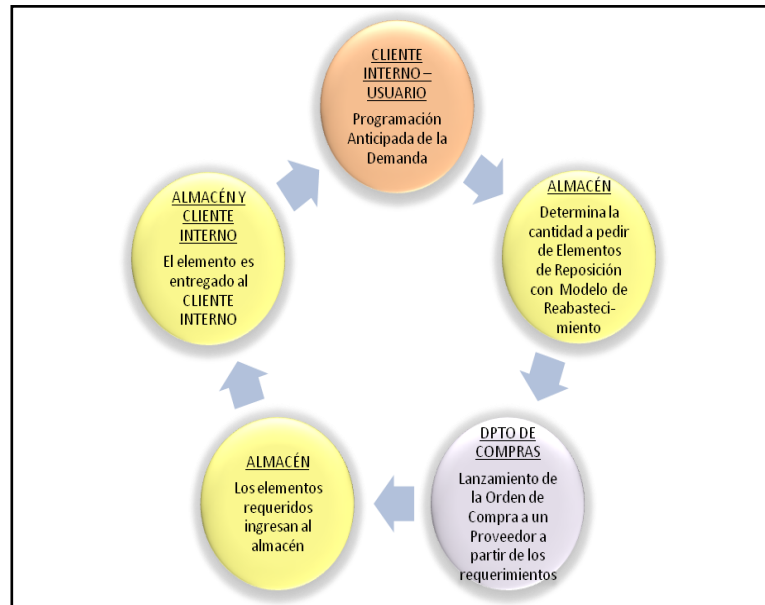
Fuente: Autora del proyecto.

Esta propuesta requiere:

- Demanda Promedio Proyectada
- Determinación de los Costos de Inventario
- Determinación Tiempos de Entrega del Proveedor y el Tiempo de Entrega Total

Con la intención de presentar el reabastecimiento como un ciclo continuo que tiene como objetivo satisfacer los requerimientos del cliente, los procesos de suministro deben cumplir con el ciclo de reabastecimiento que se presenta en la siguiente figura: (Ver Figura 16) en la que se integran las áreas de almacén, compras y clientes.

Figura 16. Ciclo de Reabastecimiento



Fuente: Autora del proyecto

El concepto de ciclo de reabastecimiento se toma a partir del ciclo de aprovisionamiento definido por Julio Anaya y Sonia Polanco.⁵²

Para determinar la cantidad a pedir en el Modelo de Reabastecimiento, se requiere, aplicar la propuesta de negociación con los proveedores, explicada a continuación, porque a partir de ésta son definidos los tiempos de entrega que ingresan al modelo.

El planteamiento del Modelo de Reabastecimiento requiere se lleve a cabo la siguiente propuesta:

Negociación con los proveedores a largo plazo.⁵³ Se recomienda manejar negociaciones a largo plazo con los proveedores con entregas parciales en

⁵² ANAYA, Julio y POLANCO, Sonia. Innovación y mejora de procesos logísticos. Madrid: ESIC Editorial, 2005. p.28.

⁵³ CARRETERO, Luis E. PIRES, Gestión de la Cadena de Suministros. España: Mc Graw Hill, 2007, p. 119.

determinados períodos de tiempo, a un precio fijo, y con el compromiso de un tiempo de entrega constante. Sí se compra con recurrencia al mismo proveedor durante un largo período de tiempo y se le envía información anticipada de la demanda estimada, es posible mejorar el poder de negociación con éste, incrementando los volúmenes de compra. Así el proveedor planea su nivel de inventario y el tiempo de entrega del proveedor se reduce significativamente. Considerando mejorar el poder de negociación con el proveedor y disminuir la cantidad de proveedores, el modelo propone reabastecer un grupo de inventario, asignándole un único proveedor.

La idea del proyecto es garantizar que prevalezcan estas negociaciones a largo plazo, para beneficio mutuo entre la compañía y el proveedor. Esto permite ejercer mayor control sobre el proceso de reabastecimiento porque se tienen definidas las condiciones del mismo a largo plazo (tiempo de entrega y precio unitario del elemento), de esta manera son predecibles y pueden planearse acertadamente. La programación estimada de consumo, realizada a partir de la programación anticipada del usuario y la predicción de la cantidad a pedir en el horizonte de planeación, es una información que se entrega al proveedor como proyección de la demanda a largo plazo, previa a la elaboración de las órdenes de compra.

Se recomienda la unificación del proceso de reabastecimiento y de la negociación con los proveedores simultáneamente para todos los almacenes de C.I Prodeco S.A. por grupo de productos y por proveedores.

Para escoger el proveedor único que abastezca la demanda de un grupo de productos durante un año. Antes de comenzar el año siguiente, se seleccionan varios proveedores potenciales para cada grupo de productos y estos compiten en una licitación planteada por la compañía. Al final se escoge un proveedor para cada grupo de productos teniendo en cuenta haya obtenido la mayor puntuación en el proceso de licitación, de acuerdo al tiempo de entrega esperado, niveles de

inventario de los productos, precio unitario, etc. Con el proveedor escogido se realiza la negociación anual para el aprovisionamiento del grupo de productos asignado. Las actividades de la negociación anual se presentan en el Anexo 78.

La siguiente propuesta se refiere a un dato importante que se utiliza para determinar los niveles de inventario requeridos para realizar el planteamiento del Modelo de Reabastecimiento y determinar la cantidad a pedir.

Propuesta: Determinación Nivel de Servicio. El nivel de servicio es un dato de entrada al Modelo de Reabastecimiento. El nivel predeterminado por la empresa es 95%. Es decir, que la probabilidad de presentarse un faltante en inventario por cada elemento es de 5%. Para cumplir con el nivel de servicio se determina un **Inventario de Seguridad** como medida de contingencia para controlar la variación en la demanda (es decir, la diferencia entre demanda programada y demanda real).⁵⁴ La fórmula del inventario de seguridad se presenta en el Anexo 66, Ecuación 12. La formulación del modelo de reabastecimiento se presenta en el Anexo 66.

Finalmente, se tiene como resultado del Modelo de Reabastecimiento el **Horizonte de Planeación de Inventario**, el cual se describe a continuación:

El Horizonte de planeación es una herramienta de planeación, representada como tabla de Excel cuyas filas contienen datos referentes a cantidades de inventario en diferentes condiciones y las columnas corresponden a las fechas de los períodos en los que se encuentra dividido el horizonte de planeación. Los resultados del modelo de reabastecimiento como cantidad a pedir e inventario final disponible son presentados en cada fecha del horizonte de planeación. Adicionalmente, el modelo presenta en el Horizonte de Planeación la información del ítem: código,

⁵⁴ BALLOU, Ronald H. Logística: Administración de la cadena de suministro. 5 ed. México: Pearson Educación, 2004. p. 362.

descripción, movimientos del elemento, gráficas del comportamiento del inventario final en el tiempo, y reabastecimiento en un horizonte de tiempo, con los cálculos y proyecciones de inventario.

El proceso de reabastecimiento, sugiere que la persona encargada de hacer la requisición haga los pedidos (cuando inicia su turno de trabajo): después de los movimientos del día anterior utilizando el horizonte de planeación. En la Figura 17 se encuentra el horizonte de planeación con la información del reabastecimiento del ítem para que el operario haga la requisición. Los datos registrados en el horizonte de planeación y las fórmulas para calcular cada uno se presentan en el Anexo 65 y se complementan con las ecuaciones del Anexo 66.

El horizonte de planeación permite calcular el inventario durante el período de reposición, a partir de los datos registrados en la fecha en la que se realiza la requisición, denominada " RQ_1 " y en la fecha en la que inicia cada período, es decir cuando el elemento requerido ingresa al almacén en la columna denominada " IR_1 " (el número "1" corresponde al período de tiempo). Para cada código de elemento del inventario se realiza un Horizonte de Planeación de inventarios (Ver Figura 17).

Figura 17. Horizonte de Planeación de Inventarios

ITEM		HORIZONTE DE TIEMPO														TOTAL
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	RQ1	IR-Período 1	RQ2	IR-Período 2	RQ3	IR-Período 3	RQ4	IR-Período 4	RQ5	IR-Período 5	RQ6	IR-Período 6	RQ7	IR-Período 7	
20938	PROTECTORES AUDITIVOS DESECHABLE	sáb	mar	jue	sáb	mar	jue	mie	mar	mie	sáb	lun	mie	vie	dom	
NIVELES DE STOCK																
DATOS ESTADÍSTICOS																
Orden	FECHA	06-ene	16-ene	01-mar	11-mar	24-abr	03-may	16-jun	26-jun	08-ago	18-ago	01-oct	10-oct	23-nov	02-dic	
1	Inventario inicial (en la fecha) disponible en el sistema	0	0	-	-	3.324	2.314	3.234	2.314	2.364	2.314	3.224	2.314	4.054	2.314	
2	Inventario inicial (en la fecha) disponible real	0	0	-	-	3.324	2.314	3.234	2.314	2.364	2.314	3.224	2.314	4.054	2.314	
3	Estado	ABASTECIDO	INICIAL		INICIAL											
4	Cuantos días															
4	Cantidad pedida que debe ingresar (planeada al iniciar L) proviene de pedidos anteriores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	Demanda Programada durante Tiempo de Reposición (L)	0	0	1010	920	50	910	1740								
6	Demanda o consumo programado (pronosticada al iniciar el periodo)	0	0	3140	3140	3705	3705	3530	3530	5480	5480	7770	7770	6198	6198	
7	Cantidad disponible final (teniendo en cuenta el ingreso)	0	-	3.324	3.234	2.364	3.224	4.054								
8	Cantidad disponible cumpliendo con promesa de consumo	0	-3140	-1391	-1216	-3166	-5456	-3884								
9	Cantidad que se debe pedir HOY	2.314	5.454	3.705	3.530	5.480	7.770	6.198								
10	Cantidad pedida HOY	DATO ESCRITO POR EL REQUISIDOR	-	5454	3705	3530	5480	7770	6198							
11	Inventario disponible programado menos promesa de consumo (ajustado con la cantidad a pedir)	-	2.314	2.314	2.314	2.314	2.314	2.314	2.314	2.314	2.314	2.314	2.314	2.314	2.314	
12	Fecha en la que se debe hacer el próximo pedido	01-mar	24-abr	16-jun	08-ago	01-oct	23-nov	00-ene								
13	Cantidad real que ingresa al almacén (diligenciar al finalizar periodo to)	DATO SISMA QUE SE DEBE VERIFICAR	-	5454	3705	3530	5480	7.770	6198							
14	Cantidad real consumida por el cliente (diligenciar al finalizar el periodo to)	DATO DEL SISMA (VERIFICAR CON LOS SOPORTES)	0	3140	3705	3530	5480	7.770	6198							

Fuente: Autora del proyecto, empleando como referencia el “Registro de Tiempos escalonados de William Mayard”⁵⁵

El operario encargado del reabastecimiento el día correspondiente a la requisición del grupo de elementos, al iniciar el turno realiza las requisiciones con la información de cantidad a pedir para cada elemento, proporcionada por el Horizonte de Planeación. Esta herramienta (Horizonte de Planeación) permite que el operario visualicé el comportamiento proyectado del inventario durante los *n* periodos de reabastecimiento fijos, que conforman el horizonte de planeación total.

⁵⁵MAYARD, William K, HODSON. Manual del Ingeniero Industrial. 4 ed. Mexico: McGraw Hill, 2001, p.10.33.

Según William Mayard⁵⁶ “La planeación de inventarios comienza al proyectar las necesidades o demandas de la compañía con respecto a los inventarios futuros”. “La administración de inventario eficiente se basa en la planeación exacta de la demanda de los mismos”.

En el Anexo 65, se presenta una gráfica que describe el comportamiento del inventario en el horizonte de tiempo.

La Política de Inventarios propuesta, indica que los pedidos realizados corresponden a la demanda programada. Sólo se realizan pedidos cuando la demanda programada para el período siguiente es mayor a cero. El objetivo del modelo es mantener continuamente existencias disponibles en el nivel de inventario de seguridad, para satisfacer, sí se presentan, demandas eventuales. El inventario debe ser reabastecido en un período de tiempo fijo t_0 , pero en caso de compras de emergencia puede reabastecerse en cualquier momento. Los pedidos son realizados con el fin de satisfacer la demanda del período siguiente, sin que el nivel de existencia de inventario inicial en la fecha de reposición determine si se debe realizar o no el pedido. Inclusive, en la fecha de ingreso del pedido puede existir inventario inicial disponible.

6.2 ENTREGA DE PRODUCTOS A LOS CLIENTES

Propuesta: Modelo de Consumo de Elementos. El Modelo de Consumo es una herramienta que se puede observar por el personal del almacén y por los usuarios en el software de reabastecimiento en un módulo independiente, de acuerdo a la programación anticipada de cada usuario (Ver Anexo 67). El almacén debe entregar los elementos de manera oportuna en las fechas, cantidades y condiciones adecuadas requeridas por el cliente.

⁵⁶ MAYARD, William K, HODSON. Manual del Ingeniero Industrial. 4 ed. Mexico: Mc Graw Hill, 2001, p.10.66. y 10.83

Los usuarios de los elementos, deben consumir de acuerdo a la programación de demanda realizada anticipadamente (Elementos de Reposición) o de acuerdo a la requisición solicitada por Cargo Directo. Los elementos deberán entregarse únicamente a quién los requirió (Nombre del usuario) o los programó de manera anticipada. Sí el usuario requiere productos adicionales, se debe revisar sí con el inventario de seguridad es posible suplir el pedido extra. Teniendo en cuenta que los niveles de inventario de seguridad disminuyen por estos requerimientos y se aumentan las probabilidades de faltantes, se debe generar una compra de emergencia para cumplir con la demanda programada en los períodos siguientes y reponer el nivel de Inventario de Seguridad.

Los casos en que la cantidad pedida por el usuario difieren de la cantidad programada son registrados por el personal de almacén para analizar las causas y consecuencias de esta situación. Sí se consume cantidad adicional se generan pedidos de emergencia adicionales y por el contrario si se consume una cantidad inferior a la cantidad programada se incrementarán los niveles de inventario. Adicionalmente se toman medidas correctivas de la causa y se capacita al usuario en la programación de la demanda, dándole a conocer las consecuencias de los desfases con la demanda real, procurando que paulatinamente se presente menos error entre el pronóstico y la demanda real.

6.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN

Propuesta: Software de Reabastecimiento y Sistema de información integrado con el Sistema de Inventarios vigente.

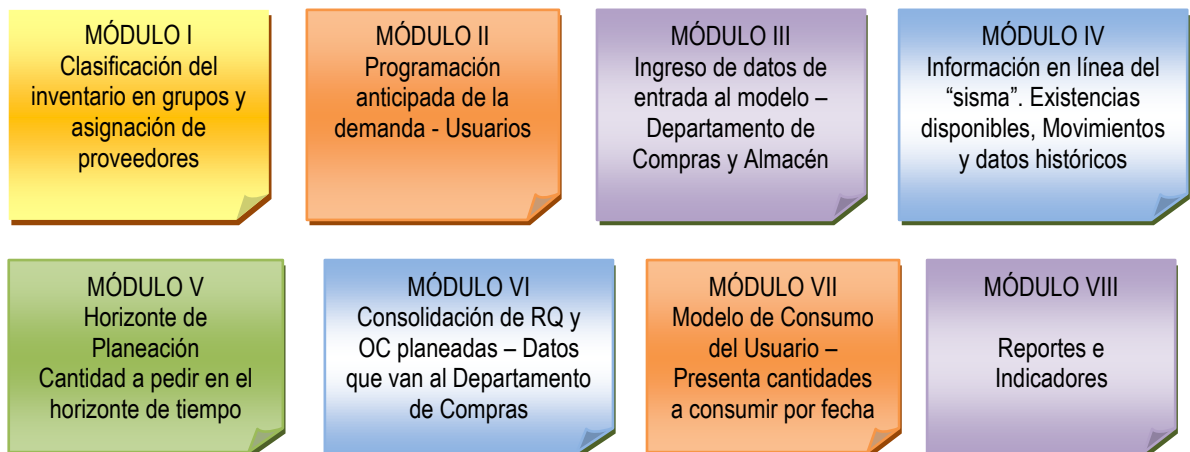
La información del Horizonte de planeación de inventarios, como resultado de la aplicación del Modelo de Reabastecimiento debe ser presentada en un Software de Reabastecimiento.

La información de ingreso y salida de inventario es alimentada al “Software de Reabastecimiento” en línea por el software (herramienta informática) de inventarios actual de la empresa “Sisma”.

En el software de reabastecimiento se encontrará la sistematización de los procesos de reabastecimiento, permitiendo interconexión de la información entre éstos. El suministro de información se llevará a cabo de la siguiente manera: el almacén de la mina entrega al departamento de compras los requerimientos de productos, y el departamento de compras solicita los elementos a los proveedores, informando las referencias y cantidades que debe abastecer. Los actores deben planear y suministrar información en el sentido contrario al suministro de elementos. (Ver Anexo 68)

Los módulos del Software de Reabastecimiento propuesto se presentan en la siguiente figura: (Ver Figura 19)

Figura 18. Módulos del Software de Reabastecimiento.



Fuente: Autora del proyecto

Requerimientos del Software de Reabastecimiento

- Actualización en línea de: la demanda programada por los usuarios (datos obtenidos del módulo usuarios del software propuesto), movimientos de inventario e inventario final, consumo real de los clientes, e ingresos reales, (datos obtenidos por información en línea del software de inventarios sisma) tiempo de entrega prometido y tiempo de entrega real. Información de costos de inventario, de pedir y almacenar, niveles mínimos, máximos y niveles de servicio.
- Hacer los cálculos del Modelo de Reabastecimiento.
- Presentar los datos en el Horizonte de Planeación.
- Presentar reportes y datos históricos.

Las características del software deben tener definidos los datos de entrada y salida del Modelo, con su respectiva presentación y metodología de uso. En el anexo 69, se presenta el flujo de información propuesto para el software de reabastecimiento.

El presente proyecto presenta la propuesta de un software de reabastecimiento, mediante la elaboración del modelo en Excel, validando la efectividad del mismo con los resultados de una Prueba Piloto, realizando la Planeación de Inventarios con datos reales en el horizonte de tiempo.

El software debe mostrar alarmas que indiquen cuando:

*La cantidad de inventario disponible se encuentra en un valor máximo o mínimo de acuerdo al nivel de stock que se debe mantener.

*Cuando se debe hacer el pedido y por qué cantidad.

El software del modelo almacena los datos históricos durante la aplicación del reabastecimiento y genera informes que miden su desempeño. También presenta

los resultados de los indicadores determinados para medir el cumplimiento de los objetivos de reabastecimiento.

El manual de usuario de la herramienta en Excel, se presenta en el Anexo 70.

6.4 PLANEACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO A LOS PROCESOS DE SUMINISTRO.

Propuesta: Planeación, control y seguimiento de los procesos de suministro. Medición de indicadores y planteamiento medidas correctivas asegurando la ejecución eficiente del Modelo de Reabastecimiento propuesto.

La secuencia de procesos que deben seguirse para realizar el suministro de materiales a la mina, de acuerdo al modelo de reabastecimiento propuesto, se plantea en el Anexo 71.

Para asegurar que el modelo de reabastecimiento funcione de manera eficiente se debe cumplir con un procedimiento estandarizado para planear el inventario durante largos períodos de tiempo. El procedimiento óptimo para obtener la cantidad a pedir y el momento oportuno de hacer el pedido, debe plantear el proceso de reposición, a partir de:

Paso 1. Demanda Programada de clientes internos.

Paso 2. Tiempo de entrega de proveedores.

Paso 3. Planeación previa del reabastecimiento.

Paso 4. Planeación previa de los procesos de compras.

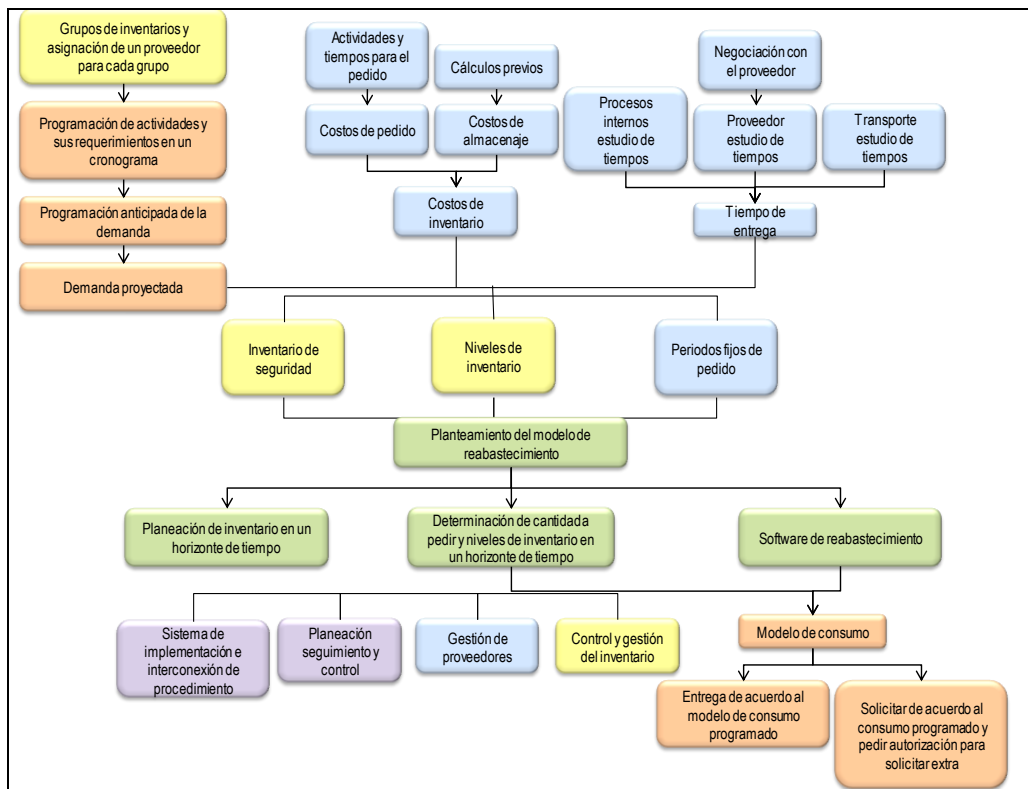
El procedimiento para realizar requisiciones debe definirse con el Modelo y debe ser estandarizado por grupos de productos correspondientes a un proveedor. El proceso de reabastecimiento se hace continuamente, de manera periódica por

grupos de productos. Las requisiciones periódicas se organizan por días de manera que todos los grupos de inventario que tienen demanda queden reabastecidos. En cada almacén se debe estandarizar el proceso de reabastecimiento por grupo de productos en los mismos períodos de tiempo.

Adicionalmente, la entrega de productos a los clientes internos, debe planearse mediante un proceso estandarizado que consolide y prepare la entrega del pedido con anticipación teniendo en cuenta la información del Modelo de Consumo.

La propuesta de modelo de reabastecimiento requiere la realización consecutiva de los procesos que se presentan en el siguiente esquema (Ver Figura 20).

Figura 19. Procesos – Propuesta Modelo de Reabastecimiento.



Fuente: Autora del proyecto

El personal directivo de la empresa debe realizar planeación estratégica con la metodología y los procedimientos para implementar mejoras en los procesos de suministro y diseñar mecanismos de control para asegurar el cumplimiento de los objetivos de reabastecimiento. Además, debe hacerle seguimiento al Departamento de Compras y al área de Almacén controlando que en el almacén se cumpla con la intermediación y control, entre los requerimientos y el proceso de Compras, garantizando satisfacer los requerimientos del cliente.

El modelo mide los resultados, para permitir que se tomen medidas adecuadas con el fin de mejorar las siguientes variables:

- Tiempo de Entrega
- Costos de inventario
- Cantidad Demanda y Cantidad Pedida en reposición
- Nivel de Servicio (compararlo con resultados del proceso de reabastecimiento)

Por lo tanto se propone sea implementada en la empresa la medición de los indicadores, de acuerdo a los objetivos de la propuesta y los procesos de suministro: (Ver Anexo 72).

7. PRUEBA PILOTO

La denominada “Prueba Piloto” consiste en aplicar la propuesta de mejora planteada a datos reales de inventario del almacén CDJ y realizar con estos el proceso de reabastecimiento de elementos al almacén.

El objetivo de esta prueba es proponer a la empresa una metodología para aplicar el modelo y validar la eficiencia del mismo. Para esto, se realiza una simulación del modelo de manera simultánea a la operación actual de reabastecimiento durante un horizonte de tiempo y se comparan los resultados entre el modelo de reabastecimiento actual y el propuesto, para demostrar por qué es conveniente para la empresa implementar el modelo propuesto.

La metodología se desarrolla en los siguientes pasos:

Paso 1: Identificación de un grupo de elementos de inventario (de reposición) para aplicar el modelo y definir el Horizonte de Planeación en el que se realizará la prueba.

Paso 2: Asignación de un proveedor a este grupo de inventarios.

Paso 3: Solicitar los datos de demanda programada con anticipación.

Paso 4: Hacer los cálculos previos para ingresar al modelo: costo de almacenar, costo de pedir, demanda promedio diaria y tiempos de entrega. En la sección 7.4. del presente capítulo se presenta la metodología utilizada para realizar estos cálculos a partir de datos reales suministrados por la empresa.

Paso 5: Ingresar los datos de entrada a la formulación del modelo. Revisar los datos arrojados por los cálculos internos del Modelo.

Paso 6: Definir las fechas de elaboración de las requisiciones asignadas a cada proveedor y realizarlas en el Horizonte de Planeación de cada elemento.

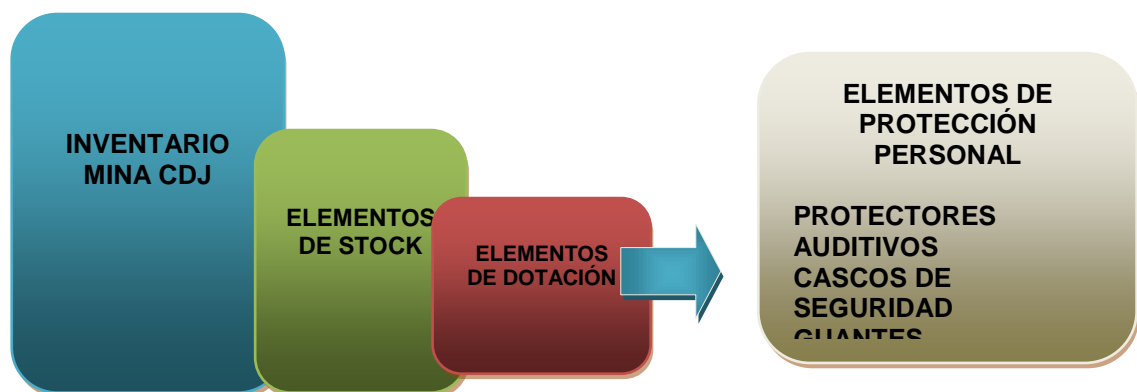
Paso 7: Hacer seguimiento a los datos presentados en el Modelo Propuesto y verificar que los movimientos y el inventario final se actualicen de acuerdo a existencias reales del inventario.

Paso 8: Revisar los resultados del modelo propuesto y compararlos con el modelo anterior.

7.1. IDENTIFICACIÓN DE UN GRUPO DE ELEMENTOS DE INVENTARIO Y HORIZONTE DE PLANEACIÓN

Los elementos seleccionados para la aplicación del modelo por sugerencia de la empresa son los Elementos de Protección Personal, obtenidos del inventario del almacén Carbones de la Jagua de la siguiente manera (Ver Figura 21):

Figura 20. Selección Grupo de Elementos de Inventario.



Fuente: Autora del Proyecto

De los elementos de protección personal fueron seleccionados los siguientes códigos:

Tabla 2. Elementos de Protección Personal

CODIGO	DESCRIPCIÓN
20936	PROTECTORES AUDITIVOS DESECHABLE
20937	PROTECTORES AUDITIVOS TIPO COPA
20256	CASCO DE SEGURIDAD VERSATILE REF10-095 MARCA ARSEG
20469	GUANTES LARGOS EN CARNAZA PARA SOLDADORES
20468	GUANTES DE CARNAZA MANGA CORTA
20470	GUANTES DE CAUCHO NEGRO DE 14"
20471	GUANTES OPERADORES EN VAQUETA REF GUANTES-OPER
11925	CHALECOS REFLECTIVOS
11924	CHALECO SALVAVIDAS
11405	CAPUCHAS PARA SOLDADORES (ESCAFANDRA)
11920	MASCARILLA PARA GASES ACIDOS
27851	MASCARILLA DESECHABLE EN POLIESTER NO TEJIDO LIVIA
29502	MASCARILLA NITTA. REF 9510-1
20437	ANTEOJOS SOLDAR DE COPA

Fuente: Autora del Proyecto

El Horizonte de Planeación planteado es 1 año, la unidad de tiempo empleada para la aplicación del modelo es "días". El horizonte de planeación se divide en períodos iguales de tiempo con relación a la cantidad de días del período de reposición *to*.

El comportamiento de cada código durante un año con la aplicación del método propuesto, a partir de la demanda real del elemento registrada en los datos históricos, será comparado con los movimientos reales del ítem durante ese mismo año.

7.2. ASIGNACIÓN DE UN PROVEEDOR A ESTE GRUPO DE INVENTARIOS

Este grupo de inventarios ha sido reabastecido en ocasiones anteriores en el almacén de la mina. Cada producto ha sido suministrado por uno o más proveedores diferentes. Para asignar un proveedor a este grupo de inventarios se recopila la información histórica de lanzamiento de órdenes de compra para cada código y se asigna el porcentaje de órdenes que ha suministrado cada proveedor con relación a las órdenes totales del elemento. Los datos históricos corresponden al reporte de compras de ene/07 a may/09. El método sugerido para la selección del proveedor y aplicado en la prueba piloto, consiste en asignar como proveedor único del producto al proveedor con mayor participación o una participación superior a 50% en el total de órdenes de compra del producto, de acuerdo a los datos históricos. La metodología para asignación y selección de los proveedores se presenta en el Anexo 73.

De acuerdo a los datos históricos se tenían 9 proveedores para el suministro de estos elementos, la metodología arrojó como resultado la asignación de 4 proveedores como se indica en la siguiente tabla: (Ver Tabla 3).

El proveedor CENTRAL DE SOLDADURAS, en adelante proveedor "A", suministrará el primer grupo de elementos de protección personal, mediante el modelo de reabastecimiento: Modelo Multiproducto de Revisión Periódica con Período Fijo de Reposición. Y los proveedores NITTA S.A., en adelante "B", ADSENETH YEPEZ VARELA, en adelante "C" e INDUSTRIAL DE SEGURIDAD LTDA, en adelante "D" suministrarán, un elemento respectivamente. A estos últimos se aplicará el Modelo de Revisión Periódica con Período Fijo de Reposición con formulación adaptada para un producto.

Tabla 3. Asignación de proveedores

CÓDIGO	NOMBRE	PROVEEDOR ANTERIOR	PROVEEDOR PROPUESTO	MODELO		
20936	PROTECTORES AUDITIVOS DESECHABLE REF PROT-9-090	SUMINISTROS INDUSTRIALES Y ASESORIAS LTD CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL	Modelo Multiproducto con Período Fijo		
20256	CASCO DE SEGURIDAD VERSATILE REF10-095 MARCA ARSEG	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL INDUSTRIAL DE SEGURIDAD LTDA INDUSEG				
20469	GUANTES LARGOS EN CARNAZA PARA SOLDADORES	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL				
11925	CHALECOS REFLECTIVOS REF 1347303-0014	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL DAZA NURIS MARIA				
20468	GUANTES DE CARNAZA MANGA CORTA REF GUANTES-CORT	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL FERRETERIA CESAR LTDA.				
11405	CAPUCHAS PARA SOLDADORES(ESCAFANDRA EN JEAN)	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL				
11920	MASCARILLA PARA GASES ACIDOS REF 1347301-0005	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL				
20470	GUANTES DE CAUCHO NEGRO DE 14" REF GUANTES-LUB	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL				
11924	CHALECO SALVAVIDAS	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL				
20437	ANTEJOS SOLDAR DE COPA REF.401	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL				
20937	PROTECTORES AUDITIVOS REF 3M810 TIPO COPA REF PROT-9-098	CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL ARTICULOS DE SEGURIDAD S.A. - ARSEG INDUSTRIAL DE SEGURIDAD LTDA INDUSEG				
29502	MASCARILLA NITTA. REF 9510-1	NITTA S.A.			NITTA S.A.	Modelo con Período Fijo
20471	GUANTES OPERADORES EN VAQUETA REF GUANTES-OPER	ADSENETH YEPEZ VARELA - INDUSTRIA DE GUANTES YEPEZ Y QUINTERO SUMINISTROS INDUSTRIALES Y ASESORIAS LTD CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL DISTRISEG E.U.			ADSENETH YEPEZ VARELA - INDUSTRIA DE GUANTES YEPEZ Y QUINTERO	
27851	MASCARILLA DESECHABLE EN POLIESTER NO TEJIDO LIVIANA	DISTRISEG E.U. INDUSTRIAL DE SEGURIDAD LTDA INDUSEG ARTICULOS DE SEGURIDAD S.A. - ARSEG			INDUSTRIAL DE SEGURIDAD LTDA INDUSEG	

Fuente: Autora del Proyecto

7.3 SOLICITAR LOS DATOS DE DEMANDA PROGRAMADA CON ANTICIPACIÓN

La demanda de cada código durante un año para la aplicación de la Prueba Piloto, corresponde al mismo dato de entrada tanto para el Modelo Propuesto y como para El Modelo Anterior.

La demanda se obtiene a partir del reporte de vales de salida de consumo de estos códigos. Los datos se tomaron como se indica en el Anexo 74.

Para la aplicación de la prueba piloto estos datos de demanda real se toman como si hubiesen acontecido en el mismo año. Para aplicar el modelo propuesto, la demanda real es la demanda programada por los usuarios. Y para medir el comportamiento del modelo anterior, se toma esta demanda real y los datos reales de requisiciones, órdenes de compra y registro de ingreso de productos, durante el

periodo de tiempo presentado en la Tabla 5. Pero, para efectos de comparación con el modelo propuesto, se supone que acontecieron durante el mismo año.

Los datos de demanda corresponden a mediciones diarias de cantidad demanda por código. Pero, para efectos de consolidación de la demanda en períodos de tiempo, el modelo debe calcular el período de reposición t_o y a partir de este dato, el horizonte de tiempo se divide en períodos de tiempo iguales por proveedor, cuya fecha inicial corresponde a la fecha de la primera demanda de uno de los códigos correspondientes al grupo asignado a este proveedor. El cálculo realizado por el modelo propuesto para determinar el período de reposición se presentará en la sección 7.5 del presente capítulo.

En la fecha inicial del período se pronostica ingresaría la orden de compra a las instalaciones del almacén y los productos serían recepcionados. Por lo tanto la requisición correspondiente a esta orden de compra, se debe realizar con días de anticipación iguales al tiempo de entrega total correspondiente al grupo de productos (Ver Anexo 66, Ecuación 8). Estas fechas y cantidades de requisiciones “RQ”, órdenes de compra “OC” e ingreso “IR” de inventario son pronosticadas por el modelo de reabastecimiento propuesto.

Para el cálculo de la demanda promedio diaria por elemento, se debe obtener el dato de consumo diario, ya sea el valor correspondiente a los datos de programación de la demanda diaria o consumo diario obtenido a partir de datos históricos del año anterior que son transferidos por el “sisma” al software de reabastecimiento. Este cálculo se presentará en la sección 7.5 del presente capítulo.

Los usuarios que demandan los elementos de personal de los grupos mencionados son:

- SEGURIDAD INDUSTRIAL
- PRODUCCION

- CONTROL DE CALIDAD
- TALLER DIESEL MINA STA CRUZ
- TRITURADORAS
- BOMBEO Y DRENAJE DE MINA
- TOPOGRAFIA
- SERVICIOS GENERALES
- GEOLOGIA
- IMPACTO AMBIENTAL
- MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
- ABASTECIMIENTO
- ADMINISTRACIÓN
- AFE-5
- CAMIONES MINEROS
- FUNDACIONES
- LUBRICACIÓN MINA
- OBRAS CIVILES
- PALAS
- PLANEACIÓN
- RECURSOS HUMANOS
- SALUD OCUPACIONAL
- SEGURIDAD FÍSICA
- VOLQUETAS

Para ampliar la descripción de los usuarios de Elementos de Protección Personal en el Anexo 75, son presentados los porcentajes de consumo de elementos de protección personal, por usuario y producto.

La programación de demanda de cada uno para los grupos de inventario se presenta en el Anexo 76. A partir de la programación de demanda ingresada el software del modelo de reabastecimiento consolida la demanda por elemento, en cada período de tiempo así: (Ver Tabla 4)

Tabla 4. Consolidación de demanda en cada período por elemento.

Período de tiempo: De Ene a Dic/2007											
DEMANDA DE LOS USUARIOS CONSOLIDADA POR PRODUCTO [Año 2007] DURANTE EL PERÍODO DE REPOSICIÓN											
CODIGO	DESCRIPCIÓN	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	TOTAL		
		16/01-10/03	11/03-2/05	3/05-25/06	26/06-17/08	18/08-9/10	10/10-1/12	2/12-2/03			
20936	PROTECTORES AUDITIVOS DESECHABLE	0	3140	3705	3530	5480	7770	6198	29823		
20937	PROTECTORES AUDITIVOS TIPO COPA	0	0	0	6	1	0	0	7		
20256	CASCO DE SEGURIDAD VERSATILE REF1	29	59	99	9	73	14	1	284		
20469	GUANTES LARGOS EN CARNAZA PARA S	49	41	44	30	39	43	24	270		
20468	GUANTES DE CARNAZA MANGA CORTA	6	6	42	2	11	7	7	81		
20470	GUANTES DE CAUCHO NEGRO DE 14"	0	0	0	8	0	5	0	13		
11925	CHALECOS REFLECTIVOS	12	2	0	3	6	2	1	26		
11924	CHALECO SALVAVIDAS	0	0	0	0	3	0	0	3		
11405	CAPUCHAS PARA SOLDADORES (ESCAF	0	10	1	2	0	7	10	30		
11920	MASCARILLA PARA GASES ACIDOS	5	5	8	7	9	0	3	37		
20437	ANTEOJOS SOLDAR DE COPA	1	9	0	0	0	0	0	10		

Período de tiempo: De Ene a Oct/2008											
CODIGO	DESCRIPCIÓN	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8	Período 9	TOTAL
		12/04-11/05	12/05-10/0	11/06-10/07	11/07-9/08	10/08-8/09	9/09-8/10	9/10-7/11	8/11-7/12	8/12-31/12	
29502	MASCARILLA NITTA. REF 9510-1	13600	12895	8267	2135	12565	10864	6035	0	0	66361

DEMANDA DE LOS USUARIOS CONSOLIDADA POR PRODUCTO [Año 2007] DURANTE EL PERÍODO DE REPOSICIÓN														
Período de tiempo: De Ene a Dic/2007														
CODIGO	DESCRIPCIÓN	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8	Período 9	Período 10	Período 11	Período 12	TOTAL
		12/01-11/02	12/02-14/03	15/03-14/04	15/04-15/05	16/05-15/06	16/06-16/07	17/07-16/08	17/08-16/09	17/09-16/10	18/10-17/11	18/11-18/12	19/12-31/12	
20471	GUANTES OPERADORES EN VAQUETA REF GUANTES-OPER	507	607	537	576	537	549	349	597	677	755	891	338	6920

DEMANDA DE LOS USUARIOS CONSOLIDADA POR PRODUCTO [Año 2008] DURANTE EL PERÍODO DE REPOSICIÓN													
Período de tiempo: De Ene a Dic/2008													
CODIGO	DESCRIPCIÓN	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8	Período 9	TOTAL		
		13/02-23/02	24/02-5/04	6/04-17/05	18/05-28/06	29/06-9/08	10/08-20/09	21/09-1/11	2/11-13/12	14/12-31/12			
27851	MASCARILLA DESECHABLE EN POLIESTER NO TEJIDO LIVIA	0	1162	2720	2965	1440	3090	3590	0	0	14967		

Fuente: Autora del Proyecto

Los datos de demanda programada ingresan por el software de reabastecimiento al Horizonte de Planeación de cada código y en éste se determina la cantidad a pedir teniendo en cuenta los niveles de inventario en existencia.

7.4 CÁLCULOS PREVIOS PARA INGRESAR AL MODELO

Para que el modelo de reabastecimiento funcione de manera eficiente se deben ingresar los datos de entrada que se mencionan a continuación, previa

identificación del proceso de aprovisionamiento propuesto y sus actividades, y realización de los cálculos preliminares para obtener cada dato.

Los datos que se ingresan al modelo son:

- Costo por almacenar: Por elemento [pesos/unidad*día].
- Valor total del inventario disponible en el almacén [pesos].
- Costo unitario por elemento [pesos/unidad].
- Costo por pedir: Por orden de compra lanzada al proveedor [pesos].
- Costo de negociación: Por proveedor una vez a largo plazo (un año) [pesos].
- Tiempo de entrega procesos internos de la empresa [días].
- Tiempo de entrega del proveedor [días].
- Tiempo de entrega de la empresa transportadora, teniendo en cuenta la ruta que debe seguir hasta llegar al almacén de la mina [días].
- Demanda promedio de unidades demandadas por día durante 1 año [unidades/día].

Los costos por pedir y costos de negociación deben adaptarse al proceso de reabastecimiento vigente, es decir, el modelo anterior para calcular los costos totales y compararlos con el modelo propuesto. Los costos del modelo anterior se obtienen de acuerdo a la cantidad de requisiciones y órdenes de compra reales realizadas en los procesos de reabastecimiento de cada elemento, según los datos históricos de los años de referencia. Los costos de almacenamiento calculados se asignan de la misma manera al modelo anterior y al modelo propuesto. En el modelo anterior, se obtienen a partir del valor de inventario final diario real, calculado después de los movimientos, entradas y salidas de inventario presentadas en los datos históricos de los reportes para los años de referencia. A continuación se explica la metodología realizada para obtener cada dato:

Costo de almacenar. La fórmula para calcular este valor, se presenta en el Anexo 66, Ecuaciones 6 y 7. Los costos que se tuvieron en cuenta para calcular la asignación porcentual del costo de almacenamiento para cada elemento son:

- Costo de capital por el inventario
- Costo de oportunidad por el espacio ocupado
- Impuestos y seguros contra robo, incendios, vandalismo
- Costos del personal de almacén
- Costos de mantenimiento

El costo de almacenamiento asignado a cada elemento se presenta en la siguiente Tabla (Ver Tabla 5). La metodología seguida para obtener este valor se explica en el Anexo 77.

Tabla 5. Costos de almacenamiento.

CÓDIGO	NOMBRE	Asignación porcentual de Almacenamiento [Valor anual]	Costo Total Unitario de Almacenamiento-Asignación porcentual en pesos [Valor diario]	Costo Unitario del Producto (año 2009) [pesos/unidad]	Costo de almacenar por unidad/día [pesos/unidad * día]
20936	PROTECTORES AUDITIVOS DESECHABLE REF PROT-9-090	19%	0,00052029	\$ 198,89	\$ 0,10
20256	CASCO DE SEGURIDAD VERSATILE REF10-095 MARCA ARSEG REF	23%	0,000631401	\$ 10.185,00	\$ 6,43
20469	GUANTES LARGOS EN CARNAZA PARA SOLDADORES REF GUANTES	21%	0,000575846	\$ 8.487,00	\$ 4,89
11925	CHALECOS REFLECTIVOS REF 1347303-0014	23%	0,000631401	\$ 18.500,00	\$ 11,68
20468	GUANTES DE CARNAZA MANGA CORTA REF GUANTES-CORT	21%	0,000575846	\$ 3.800,00	\$ 2,19
11405	CAPUCHAS PARA SOLDADORES(ESCAFANDRA EN JEAN) REF 1345	22%	0,000603624	\$ 9.600,00	\$ 5,79
11920	MASCARILLA PARA GASES ACIDOS REF 1347301-0005	20%	0,000548068	\$ 30.600,00	\$ 16,77
20470	GUANTES DE CAUCHO NEGRO DE 14" REF GUANTES-LUB	21%	0,000575846	\$ 4.819,98	\$ 2,78
11924	CHALECO SALVAVIDAS	23%	0,000631401	\$ 40.500,00	\$ 25,57
20437	ANTEOJOS SOLDAR DE COPA REF.401	20%	0,000548068	\$ 6.900,00	\$ 3,78
20937	PROTECTORES AUDITIVOS REF 3M810 TIPO COPA REF PROT-9-0	19%	0,00052029	\$ 17.840,95	\$ 9,28
29502	MASCARILLA NITTA. REF 9510-1	20%	0,000548068	\$ 714,59	\$ 0,39
20471	GUANTES OPERADORES EN VAQUETA REF GUANTES-OPER	21%	0,000575846	\$ 5.400,00	\$ 3,11
27851	MASCARILLA DESECHABLE EN POLIESTER NO TEJIDO LIVIANA Y QI	20%	0,000548068	\$ 2.050,00	\$ 1,12

Fuente: Autora del Proyecto

Costo de pedir. La fórmula para calcular este valor, se presenta en el Anexo 66, Ecuaciones 4 y 5. El costo de pedir es asignado a cada orden de compra lanzada a un proveedor. En el Anexo 78 se presenta la metodología para obtener los costos de pedir.

Los costos de pedir son calculados teniendo en cuenta la secuencia de actividades del proceso de pedido (duración de la actividad y los recursos utilizados para desarrollarla).

A continuación se presentan las tablas con los costos de pedir, asignados de dos maneras:

- Costos de Pedir Método anterior: (Ver Tabla 6)
 - a) Costo de Requerir (RQ): Costo de RQ por primera vez y costo RQ general.
 - b) Costos de Pedir (OC).

Tabla 6. Costos de pedir – Método anterior

COSTO MÉTODO ANTERIOR	POR PRIMERA VEZ	EN GENERAL
COSTO DE REQUERIR (costo/requisición)	\$ 7.518	\$ 6.915
COSTO DE PEDIR	COSTO/orden	
CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL	\$ 30.947	
FERRETERIA DEL CESAR LTDA	\$ 30.856	
SUMINISTROS INDUSTRIALES Y ASESORÍAS	\$ 30.856	
INDUSTRIAL DE SEGURIDAD INDUSEG	\$ 30.856	
NITTA S.A.	\$ 30.856	
ADSENETH YEPEZ VARELA - INDUSTRIA DE GUANTES YEPEZ Y QUINTERO	\$ 30.856	
DISTRISEG E.U.	\$ 30.856	
ARTICULOS DE SEGURIDAD S.A. - ARSEG	\$ 30.856	
DAZA NURIS MARIA	\$ 30.856	

Fuente: Autora del Proyecto

- Costos de Pedir Método propuesto: (Ver Tabla 7)
 - a) Costo de Negociación: Costo de negociación por primera vez y costo de negociación general.
 - b) Costo de Pedir (RQ y OC)

Tabla 7. Costo de Pedir – Método Propuesto

COSTO MÉTODO PROPUESTO	POR PRIMERA VEZ	EN GENERAL
COSTO DE NEGOCIACIÓN (anual)	\$ 120.181	\$ 117.767
COSTO DE PEDIR		COSTO/orden
A - CENTRAL DE SOLDADURAS Y PROTECCION INDUSTRIAL		\$ 29.515
B - NITTA S.A.		\$ 29.424
C - ADSENETH YEPEZ VARELA - INDUSTRIA DE GUANTES YEPEZ Y QUINTERO		\$ 29.424
D - INDUSTRIAL DE SEGURIDAD INDUSEG		\$ 29.424

Fuente: Autora del Proyecto

En el método anterior las requisiciones son realizadas constantemente y para todos los productos. Luego, en el Departamento de Compras se consolidan asignándolas por grupos de productos a sus respectivos proveedores. Por este motivo, la cantidad de RQ es diferente a la cantidad de OC.

El método propuesto sugiere que la requisición se elabore periódicamente por grupos de productos asignados a un único proveedor. Por lo tanto, la RQ luego se convierte en OC con la misma información de requerimientos, entonces, la cantidad de RQ es igual a la cantidad de OC. Las actividades realizadas en la elaboración de la RQ y luego la OC respectiva, constituyen un solo costo de pedir.

Los costos por primera vez son generados cuando el producto que se va a requerir es nuevo en el inventario y requiere el proceso de catalogación. La negociación con el proveedor se realiza una vez y tiene vigencia durante largo período de tiempo (para efectos de esta prueba, un año). El costo comprende las actividades realizadas en la negociación y está estimado de manera general para cualquier proveedor.

Tiempo de entrega. El tiempo de entrega total se mide a partir de la elaboración de la requisición RQ hasta que el elemento ingresa al almacén y se hace el registro de ingreso IR. Está formado por: Tiempo de entrega procesos internos de la empresa [días], tiempo de entrega del proveedor [días], tiempo de entrega de la empresa transportadora [días]. Se asigna para el grupo de inventarios perteneciente a un único proveedor y permanece fijo durante el horizonte de planeación.

Los cálculos correspondientes al tiempo de entrega, se explican en el Anexo 79. En la siguiente tabla (Ver Tabla 8) se presentan los tiempos de entrega totales, asignados a cada proveedor.

Tabla 8. Tiempo de entrega total

TIEMPO DE ENTREGA				
PROVEEDOR	TIEMPO PROCESOS INTERNOS [días]	TIEMPO NETO DEL PROVEEDOR [días]	TIEMPO EMPRESA DE TRANSPORTE [días]	TIEMPO DE ENTREGA TOTAL [días]
A	4	3	3	10
B	4	7	4	15
C	4	5	2	11
D	4	6	2	12

Fuente: Autora del Proyecto

Los datos de tiempo de entrega total ingresan al modelo, se utilizan para determinar los niveles de inventario, inventario de seguridad, nivel mínimo y nivel máximo de referencia, y para determinar la fecha de elaborar la requisición en el horizonte de planeación.

7.5 DATOS DE ENTRADA A LA FORMULACIÓN DEL MODELO Y CÁLCULOS INTERNOS DEL MODELO.

Tiempo de Entrega Total: Se ingresa al modelo en la hoja Planeación de Inventarios de cada elemento y se supone constante por grupo de productos

asignado a un proveedor durante el horizonte de tiempo. El Software de Reabastecimiento por procesos internos calcula el Tiempo de entrega total.

Demanda diaria: La cantidad demandada diariamente durante el horizonte de planeación ingresa al modelo (al software de reabastecimiento) por interconexión en línea con los datos históricos del reporte de demanda del software de inventarios “sisma”. El cálculo de demanda promedio es realizado internamente por el software de reabastecimiento a partir del reporte de demanda diaria.

Nivel de servicio planeado: Este dato corresponde a la meta propuesta por la empresa para satisfacer los requerimientos del cliente. La empresa se ha propuesto plantear un modelo de reabastecimiento que garantice cumplir siempre con la demanda de los usuarios y que en caso de presentarse faltantes, estos sean únicamente el 5% de la demanda total durante el horizonte de planeación. El nivel de servicio es de 95% y con éste se determina el Inventario de Seguridad con lo indica en Anexo 66, Ecuación 12.

A continuación se enuncian los datos calculados por el software de reposición para el modelo propuesto:

Demanda promedio: Demanda promedio de unidades demandadas por día durante 1 año [unidades/día] por cada elemento (Ver Anexo 66, Ecuación 2). Para este análisis no se tuvieron en cuenta los puntos atípicos de demanda diaria de cada elemento. El cálculo es realizado por el software de reabastecimiento.

Desviación Estándar de la demanda: A partir de los datos con los que se calculó la demanda promedio (Ver Anexo 66, Ecuación 3). El cálculo es realizado por el software de reabastecimiento.

Período de Reposición: El período fijo de reposición se relaciona con la demanda promedio de cada grupo asignado a un proveedor. Por lo tanto el período fijo es diferente para los cuatro proveedores de la prueba piloto. La fórmula del período de reposición se presenta en el Anexo 66, Ecuación 1. El período es utilizado para dividir el horizonte de tiempo en períodos iguales, y el reabastecimiento se realiza suministrando la demanda consolidada de cada elemento durante el período de tiempo.

Inventario de Seguridad: El inventario de seguridad es calculado por el modelo de acuerdo a la fórmula que se indica en el Anexo 66, Ecuación 12 y 13. Y es determinado para cada elemento, como el nivel mínimo de inventario que debe mantenerse continuamente en existencia durante el horizonte de planeación. Este nivel de inventario se planea para abastecer las demandas eventuales, cuando se presentan demandas no programadas por los usuarios.

Nivel Mínimo de Emergencia: El nivel de inventario mínimo corresponde a la demanda total de cada elemento, consolidada durante el tiempo de entrega más el inventario de seguridad. La demanda total se calcula a partir de la demanda promedio diaria (Ver Anexo 66, Ecuación 16). Cuando el inventario final del elemento llega a este nivel en el período de tiempo comprendido entre el ingreso IR y la siguiente RQ se debe hacer un requerimiento de emergencia, evitando que el elemento quede desabastecido. Teniendo en cuenta que la cantidad teórica en existencia en el momento de la requisición debe ser igual o superior al nivel mínimo para que este nivel satisfaga la demanda durante el tiempo de entrega. Adicionalmente, se sugiere realizar pedido de emergencia cuando durante el tiempo de entrega se alcanza este nivel y no se ha confirmado el despacho del proveedor en la fecha planeada.

Nivel Máximo de Referencia: Este nivel se ha establecido para controlar que no se presente sobreabastecimiento de inventario. Es un nivel de referencia y no se

utiliza para determinar la cantidad a pedir. Los niveles de inventario mencionados anteriormente, permanecen fijos durante el horizonte de planeación propuesto.

7.6 ELABORACIÓN DEL HORIZONTE DE PLANEACIÓN Y SEGUIMIENTO A LOS NIVELES DE INVENTARIO.

El Horizonte de Planeación es una herramienta de usuario (especialmente para la persona del almacén, que realiza las requisiciones), contenida dentro del software de reabastecimiento descrito en Capítulo 6, que presenta la cantidad a pedir de cada elemento en las fechas de requisición predeterminadas por el período fijo de reposición y con los datos de movimientos reales del inventario actualiza el inventario final disponible continuamente. Se elaboró un Horizonte de Planeación para cada elemento, el cual contiene la demanda programada por los usuarios a partir de esta demanda y los niveles de inventario final, el horizonte de planeación de inventarios mediante cálculos internos, presenta la cantidad a pedir garantizando que el nivel mínimo de inventario para cada elemento de reposición sea siempre el inventario de seguridad.

En el Anexo 80. Se presenta el Horizonte de Planeación para cada uno de los elementos que pertenece a los cuatro grupos de inventario a los que se aplica la Prueba Piloto. Como resultado del Horizonte de Planeación se presenta la consolidación de requisiciones y órdenes de compra propuestas durante el año de prueba, para cada uno de los proveedores (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Consolidación de pedidos durante el Horizonte de Planeación. Parte I

CONSOLIDACIÓN DE REQUISICIONES Y ÓRDENES DE COMPRA											
PROVEEDOR	B	PERÍODOS DE REPOSICIÓN									TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
FECHA	RQ	28-mar	27-abr	27-may	26-jun	26-jul	25-ago	24-sep	24-oct	23-nov	CANTIDAD PEDIDA
	OC	30-mar	29-abr	29-may	28-jun	28-jul	27-ago	26-sep	26-oct	25-nov	
29502	MASCARILLA NITTA. REF 9510-1	18.114	12.895	8.267	2.135	12.565	10.864	6.035	-	-	70.875

Fuente: Autora del proyecto. Horizonte de Planeación.

Tabla 10. Consolidación de pedidos durante el Horizonte de Planeación. Parte II

CONSOLIDACIÓN DE REQUISICIONES Y ÓRDENES DE COMPRA													
PROVEEDOR	A	PERÍODOS DE REPOSICIÓN							TOTAL				
		1	2	3	4	5	6	7					
FECHA	RQ	06-ene	01-mar	24-abr	16-jun	08-ago	01-oct	23-nov	CANTIDAD PEDIDA				
	OC	08-ene	03-mar	26-abr	18-jun	10-ago	03-oct	25-nov					
20936	PROTECTORES AUDITIVOS DESECHABLE	-	5.454	3.705	3.530	5.480	7.770	6.198	32.137				
20256	CASCO DE SEGURIDAD VERSATILE MARCA ARSEG	53	59	-	9	73	14	1	209				
20469	GUANTES LARGOS EN CARNAZA PARA SOLDADORES	13	35	44	30	39	43	24	228				
11925	CHALECOS REFLECTIVOS REF 1347303-0014	5	2	-	3	6	2	1	19				
20468	GUANTES DE CARNAZA MANGA CORTA	21	-	36	2	11	7	7	84				
11405	CAPUCHAS PARA SOLDADORES(ESCAFANDRA)	-	14	1	2	-	7	10	34				
11920	MASCARILLA PARA GASES ACIDOS	7	5	8	7	9	-	3	39				
20470	GUANTES DE CAUCHO NEGRO DE 14"	-	-	-	14	-	5	-	19				
11924	CHALECO SALVAVIDAS	-	-	-	-	-	-	-	-				
20437	ANTEOJOS SOLDAR DE COPA REF.401	5	9	-	-	-	-	-	14				
20937	PROTECTORES AUDITIVOS COPA	-	-	-	10	1	-	-	11				

PROVEEDOR	C	PERÍODOS DE REPOSICIÓN												TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
FECHA	RQ	01-ene	01-feb	03-mar	02-abr	02-may	01-jun	01-jul	31-jul	30-ago	29-sep	29-oct	28-nov	CANTIDAD PEDIDA
	OC	03-ene	03-feb	05-mar	04-abr	04-may	03-jun	03-jul	02-ago	01-sep	01-oct	31-oct	30-nov	
20471	GUANTES OPERADORES EN VAQUETA	0	46	537	576	537	549	349	597	0	755	891	338	5.175

PROVEEDOR	D	PERÍODOS DE REPOSICIÓN									TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
FECHA	RQ	01-ene	12-feb	26-mar	07-may	18-jun	30-jul	10-sep	22-oct	03-dic	CANTIDAD PEDIDA
	OC	03-ene	14-feb	28-mar	09-may	20-jun	01-ago	12-sep	24-oct	05-dic	
27851	MASCARILLA DESECHABLE EN POLIESTER	0	1.690	2.720	2.965	1.440	3.090	3.590	0	0	15.495

Fuente: Autora del proyecto. Horizonte de Planeación.

Las tablas anteriores indican la forma como deben realizarse las requisiciones y órdenes de compra, según lo propone el modelo de reabastecimiento. La orden de compra se elabora a partir de la información de la requisición asignada al grupo de productos de un proveedor. Como se observa en las cantidades pedidas, existen períodos de tiempo en los cuáles no se requiere hacer pedido de determinados elementos. Sin embargo, se elabora la requisición y orden de compra por las cantidades correspondientes a los elementos que presenten cantidad a pedir. Los pedidos están asociados a la demanda del elemento en el período siguiente, si no hay demanda, no se hace pedido de este elemento.

7.7 COMPARACIÓN DE RESULTADOS MODELO PROPUESTO Vs. MODELO ANTERIOR.

A continuación se presentan las comparaciones entre los resultados de los procesos de reabastecimiento con el modelo propuesto y el modelo anterior, bajo el supuesto que se comparan los movimientos de inventario ocurridos en el mismo horizonte de tiempo, es decir 1 año. En el Anexo 81, se presenta información general del modelo de reabastecimiento y aprovisionamiento de los grupos de inventario para la presente prueba: datos del método propuesto y del método anterior de reabastecimiento, comparando las cantidades pedidas de cada elemento y la cantidad de requisiciones y órdenes de compra elaboradas.

La comparación se realiza entre los datos históricos (reabastecimiento - cantidad de requisiciones y órdenes de compra - y niveles de inventario real) suministrados por la empresa, correspondientes al año en que se plantea la prueba para cada producto y los datos de resultados obtenidos a partir la simulación del reabastecimiento durante el mismo período de tiempo, empleando la formulación del modelo de reabastecimiento y el horizonte de planeación propuestos, con los datos de demanda real (durante un año, para la prueba piloto) suministrados por la empresa.

La comparación de los niveles de inventario de seguridad, mínimo y máximo e inventario promedio entre el modelo propuesto y el modelo anterior se encuentran en el Anexo 82. Los niveles de inventario promedio diario en cada mes del año de prueba para el método propuesto y el método anterior de reabastecimiento, se presentan en el Anexo 83.

El Anexo 84 presenta las gráficas de comportamiento del inventario final para cada elemento según el método propuesto. En estas se puede observar que el

inventario desciende hasta el nivel de seguridad, e inmediatamente es reabastecido y no se presentan desabastecimientos.

Adicionalmente, en el Anexo 85 se presenta la probabilidad de que con el método propuesto se presenten los niveles de desabastecimiento iguales a los presentados con el método anterior para cada elemento. Y se muestra la probabilidad de presentarse cero, uno, dos y tres faltantes para cada elemento durante n períodos de reabastecimiento, durante el año de prueba. La probabilidad de presentarse tres faltantes para cada uno de los elementos de la prueba piloto es inferior a 0,5%.

Cómo se observa en los anexos mencionados, el modelo propuesto presenta de manera general disminución en las cantidades pedidas, disminución en los niveles de inventario, disminución en la cantidad de órdenes de compra por grupo de productos y mínima probabilidad de faltantes con un nivel de servicio de 95%. Asegurando la satisfacción de los usuarios, cumpliendo con el suministro de la demanda programada, garantizando cero desabastecimientos, manteniendo continuamente el nivel de inventario de seguridad en existencia disponible para cada elemento. Estos resultados dan lugar a ahorros en los costos totales de inventario durante un año, como se indica en las siguientes tablas:

Tabla 11. Ahorro en los Costos por Pedir durante el año de prueba.

PROVEEDOR	MÉTODO PROPUESTO		MÉTODO ANTERIOR	MÉTODO PROPUESTO	AHORRO	PORCENTAJE DE AHORRO
	COSTO DE PEDIR	COSTO DE NEGOCIAR				
A	\$ 206.602	\$ 117.767	\$ 933.544	\$ 324.369	\$ 609.175	65%
B	\$ 205.970	\$ 120.181	\$ 529.394	\$ 326.151	\$ 203.243	38%
C	\$ 294.243	\$ 117.767	\$ 309.803	\$ 412.010	\$ (102.206)	-33%
D	\$ 176.546	\$ 120.181	\$ 851.786	\$ 296.727	\$ 555.059	65%
TOTAL					\$ 1.265.271	

Fuente: Autora del proyecto. Horizonte de Planeación.

Tabla 12. Ahorro en los Costos por Almacenamiento durante el año de prueba.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MÉTODO ANTERIOR	MÉTODO PROPUESTO	AHORRO	PORCENTAJE
20936	PROTECTORES AUDITIVOS DESECHABLE	\$ 407.973	\$ 149.136	\$ 258.837	63%
20937	PROTECTORES AUDITIVOS TIPO COPA	\$ 17.024	\$ 8.245	\$ 8.779	52%
20256	CASCO DE SEGURIDAD VERSATILE MARCA ARSE	\$ 108.460	\$ 110.592	\$ (2.132)	-2%
20469	GUANTES LARGOS EN CARNAZA PARA SOLDADOR	\$ 35.347	\$ 70.025	\$ (34.678)	-98%
20468	GUANTES DE CARNAZA MANGA CORTA	\$ 12.943	\$ 19.368	\$ (6.425)	-50%
20470	GUANTES DE CAUCHO NEGRO DE 14"	\$ 7.019	\$ 3.883	\$ 3.136	45%
11925	CHALECOS REFLECTIVOS REF 1347303-0014	\$ 50.604	\$ 28.207	\$ 22.396	44%
11924	CHALECO SALVAVIDAS	\$ 41.989	\$ 38.843	\$ 3.145	7%
11405	CAPUCHAS PARA SOLDADORES	\$ 41.989	\$ 18.553	\$ 23.436	56%
29502	MASCARILLA NITTA. REF 9510-1	\$ 16.067.495	\$ 987.395	\$ 15.080.100	94%
20471	GUANTES OPERADORES EN VAQUETA	\$ 787.091	\$ 533.135	\$ 253.956	32%
27851	MASCARILLA DESECHABLE EN POLIESTER	\$ 2.906.522	\$ 555.403	\$ 2.351.119	81%
TOTAL				\$ 17.961.669	

Fuente: Autora del proyecto. Horizonte de Planeación.

Tabla 13. Ahorro en los Costos por Unidades Compradas durante el año de prueba.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MÉTODO ANTERIOR	MÉTODO PROPUESTO	AHORRO	PORCENTAJE
20936	PROTECTORES AUDITIVOS DESECHABLE	\$ 9.427.441	\$ 6.391.765	\$ 3.035.676	32%
20937	PROTECTORES AUDITIVOS TIPO COPA	\$ 178.410	\$ 196.250	\$ (17.841)	-10%
20256	CASCO DE SEGURIDAD VERSATILE MARCA ARSE	\$ 3.666.600	\$ 2.128.665	\$ 1.537.935	42%
20469	GUANTES LARGOS EN CARNAZA PARA SOLDADOR	\$ 1.968.984	\$ 1.935.036	\$ 33.948	2%
20468	GUANTES DE CARNAZA MANGA CORTA	\$ 319.200	\$ 319.200	\$ -	0%
20470	GUANTES DE CAUCHO NEGRO DE 14"	\$ 110.860	\$ 91.580	\$ 19.280	17%
11925	CHALECOS REFLECTIVOS REF 1347303-0014	\$ 555.000	\$ 351.500	\$ 203.500	37%
11924	CHALECO SALVAVIDAS	\$ 121.500	\$ -	\$ 121.500	100%
11405	CAPUCHAS PARA SOLDADORES	\$ 288.000	\$ 326.400	\$ (38.400)	-13%
29502	MASCARILLA NITTA. REF 9510-1	\$ 61.455.075	\$ 50.646.842	\$ 10.808.233	18%
20471	GUANTES OPERADORES EN VAQUETA	\$ 34.981.200	\$ 27.945.000	\$ 7.036.200	20%
27851	MASCARILLA DESECHABLE EN POLIESTER	\$ 42.910.600	\$ 31.764.750	\$ 11.145.850	26%
TOTAL				\$ 33.885.880	

Fuente: Autora del proyecto. Horizonte de Planeación.

El ahorro total en los costos de inventario (Ver fórmula en el Anexo 66, Ecuación 32) para la prueba piloto aplicada a los Elementos de Protección Personal EPP del grupo de elementos de reposición del inventario almacén Carbones de la Jagua, durante un año, es igual a: \$ 53.112.819. Los elementos que fueron comprados de manera adicional con el método de reabastecimiento anterior constituyen inventario almacenado para la empresa, que contribuye con el incremento de los niveles de inventario en exceso y tiene alta posibilidad de obsolescencia o pérdida.

Según los niveles de existencia disponible de los elementos de la prueba piloto en el catálogo de inventario CDJ del 06/05/09, constituyen el 1% del valor total de inventario de elementos de reposición del almacén CDJ. Por lo tanto, sí se replica el modelo de reabastecimiento a todos los elementos de reposición del inventario CDJ, sería posible obtener un ahorro total de \$ 5.318.477.455 durante un año. Adicionalmente, se podría obtener un ahorro mayor sí se decide implementar el Modelo de Reabastecimiento propuesto en el inventario de todos los almacenes adscritos al Departamento de Compras de C.I. Prodeco S.A., inventario CMU, CET, CAL, el PUERTO y los almacenes de las minas que constituyan las nuevas operaciones mineras explotadas por C.I. Prodeco S.A.

8. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

La implementación de la propuesta, consiste en desarrollar la secuencia de procesos, señalados en el capítulo 6 Figura 20, para aplicar el Modelo de Reabastecimiento en el suministro de materiales a los almacenes de las mina, como un sistema de soporte en las decisiones de reposición de inventarios. La implementación será realizada paulatinamente en diversas fases como se menciona a continuación:

Julio Anaya y Sonia Polanco⁵⁷, “recomiendan seguir tres fases en un proyecto de implementación:

- *Fase preliminar.*
- *Fase auto-análisis.*
- *Fase de implantación, propiamente dicha.*

Adicionalmente, indican que: *Como paso previo a la implantación de cualquier sistema logístico deben seguirse los siguientes pasos:*

1. *Conocer la situación actual.*
2. *Fijar unos objetivos realistas y asumibles a corto o medio plazo; los cuales deben ser motivo de seguimiento a través de los correspondientes indicadores de gestión implantados.*
3. *Definir las dificultades y oportunidades de mejora que se pueden alcanzar con los objetivos propuestos, así como el plazo razonable de tiempo para alcanzarlos.*

La propuesta de implementación será presentada de acuerdo a ésta metodología.

⁵⁷ ANAYA, Julio y POLANCO, Sonia. Innovación y mejora de procesos logísticos. Madrid: ESIC Editorial, 2005 p.205 y 208.

El proyecto está orientado para que su implementación pueda aplicarse en los almacenes de las operaciones mineras Proyecto La Jagua: CDJ, CMU, CET; Operación mina Calenturitas y almacén Puerto Prodeco. Las etapas del proceso de implementación planteado son descritas en el siguiente esquema (Ver Figura 22)

Figura 21. Fases de Implementación de la Propuesta de Mejora.



Fuente: Autora del proyecto.

La presente estrategia de implementación indica que inicialmente el proyecto se aplicará para el inventario del almacén Carbones de la Jagua, CDJ. Esta puede implementarse en todos los elementos del inventario, pero inicialmente será aplicada en un pequeño grupo: elementos de protección personal. Esto con el fin de enfocar la implementación en un corto alcance para controlar el desempeño y los resultados obtenidos de una forma sencilla y eficaz. El modelo será adoptado paulatinamente por los grupos del inventario hasta ser implementado totalmente en los elementos de reposición. Las fases del proceso de implementación y el presupuesto requerido para el mismo se presentan en el Anexo 86. (Archivo Project).

Sin embargo, la descripción detallada de las actividades requeridas para aplicar la propuesta en la empresa, después de las etapas previas: fase preliminar y de auto-análisis señaladas anteriormente, es presentada a continuación:

8.1. IMPLEMENTACIÓN INICIAL

La implementación inicial se realizará como una prueba de reabastecimiento acompañada paralelamente del proceso de reabastecimiento actual y los siguientes son los pasos de implementación:

El jefe debe comunicarse directamente con sus empleados y dirigir la ejecución de cada actividad. Informar al trabajador cómo debe realizar cada actividad y explicando para qué es requerida y la importancia de la misma en el proceso general.

Paso 1: Revisar si las actividades de la empresa y las operaciones de suministro cumplen con los supuestos del modelo:

*Demanda conocida

*Tiempo de entrega total fijo: Tiempos de procesos internos, del proveedor y de transporte fijos.

*Los clientes internos solicitarán los elementos de acuerdo a la demanda programada.

Paso 2: Solicitar a los clientes internos elaboren la programación anticipada de su demanda (durante un horizonte de tiempo total de 6 meses, con periodos de demanda trimestrales), con un mes de anticipación a la fecha del primer consumo

planea. Garantizando que mensualmente el usuario haga una actualización de la demanda programada.

Paso 3: Revisar la formulación del modelo y actualizar los datos de entrada de acuerdo a la información actualizada de la empresa: Grupo de inventario y elementos que lo conforman, costos de pedir, costos de almacenamiento y tiempo de entrega.

Paso 4: Determinar los tiempos de entrega de procesos, del proveedor y de la empresa transportadora, mediante negociación. Pero sí en el momento de la implementación de prueba no se han planteado las condiciones de negociación, los tiempos de entrega son estimados a partir de datos históricos. El proveedor y la empresa de transporte deben comprometerse con un tiempo de entrega, igual que los procesos internos, deben estandarizarse para evitar se presente variación en los tiempos reales respecto a los esperados.

Paso 5: Con la demanda programada y los datos actualizados, calcular el período de reposición y diligenciar el formato horizonte de tiempo. Hacer las requisiciones y seguimiento a los niveles de inventario durante los períodos de reposición.

Paso 6: La información del sistema de inventarios y los procesos reales de abastecimiento deben actualizar en línea los registros y datos de entrada en la herramienta modelo de reabastecimiento.

Paso 7: Simular los pedidos de inventario, elaboración de requisiciones RQ, lanzamiento de órdenes de compra OC, recepción y despacho de mercancía a los clientes internos. Verificar que las cantidades abastecidas según el modelo de inventario, satisfagan la demanda real de los clientes.

Paso 8: Comparar la demanda real con la demanda programada. Determinando si la demanda programada y el modelo de reabastecimiento garantizan que no se produzca desabastecimiento.

Paso 9: Medir los siguientes indicadores, los cuales deben incrementar su grado de exactitud paulatinamente hasta culminar el horizonte de tiempo.

*Demanda real vs. Demanda programada.

*Tiempo de entrega real vs. Tiempo de entrega programado.

*Desabastecimiento: La meta es garantizar cero desabastecimientos durante el período de reposición.

Paso 10: Verificar el dominio del personal en la implementación. Revisar los resultados de la prueba de implementación.

Paso 11: Decidir sí se continuará realizando la prueba de implementación durante un mayor período de tiempo. Sí es posible invertir en la sistematización de la herramienta del modelo.

Paso 12: Hacer una prueba de implementación como se menciona desde el Paso 1, con la herramienta informática del modelo de reabastecimiento.

Las pruebas de implementación son realizadas de manera simultánea al proceso de reabastecimiento y aprovisionamiento real. Se planea sean ejecutadas durante 6 meses, incrementando la cantidad de grupos de inventario a los cuales se realiza la implementación. Sí los resultados de la implementación son positivos, se adecuan las condiciones de la empresa para implementar el modelo de reabastecimiento propuesto. Inicialmente, para un almacén y un grupo de inventarios, incrementando paulatinamente la cantidad de grupos empleados hasta lograr que el modelo de reabastecimiento se aplique de manera simultánea

por grupos de inventario en todos los almacenes en los mismos períodos de tiempo.

La inversión total requerida para realizar la propuesta de implementación y la recuperación de esta inversión con los ahorros estimados por la ejecución simultánea del modelo de reabastecimiento en los almacenes adscritos a C.I. Prodeco S.A, durante un año se presentan en el Anexo 87.

Los cargos mencionados en la asignación de recursos, dedican 4 horas laborales diarias durante las implementaciones de prueba. Sin embargo, durante la implementación real los cargos directivos presentan una asignación horaria de 3 horas diarias, mientras que los cargos medios y operarios dedican 5 horas diarias a la ejecución de cada actividad.

La inversión presupuestada para implementación de la propuesta de mejora es \$519.004.903, requeridos en total por las fases de implementación desarrolladas durante un año y cuatro meses. Al finalizar el primer año de implementación del modelo de reabastecimiento en todos los almacenes de la compañía se recupera la inversión total, teniendo en cuenta los ahorros obtenidos por el modelo propuesto en los costos de inventario, durante un año (Ver Anexo 87).

9. CONCLUSIONES

El presente proyecto es una herramienta propuesta para enfrentar las oportunidades de mejora identificadas en la empresa. Plantea la necesidad de hacer un alto para no seguir ejecutando las actividades de la manera tradicional que se han venido realizando sino mejorar significativamente los resultados con cambios específicos propuestos para el proceso de reabastecimiento.

El proyecto planteado despertó en la empresa el interés y la necesidad de utilizar conceptos técnicos y herramientas informáticas como soporte en sus operaciones. Mediante la propuesta se pretende inculcar en la toma de decisiones a partir de análisis técnicos, planeación y predicciones.

El modelo de reabastecimiento planteado constituye una metodología que la empresa puede tomar como guía para efectuar modificaciones en su proceso de reabastecimiento actual.

Con la propuesta realizada la empresa cuenta con un sistema integrado para planear los requerimientos de los procesos de aprovisionamiento a largo plazo. La propuesta planteada, permite integrar las áreas de compras, almacén y clientes con una metodología de planeación consecutiva de los requerimientos y por tanto de las operaciones. Adicionalmente, permite a la empresa reconocer la necesidad de fortalecer las relaciones con los proveedores garantizando que cumplan satisfactoriamente con los objetivos del modelo de reabastecimiento propuesto.

El modelo planteado se presenta en una herramienta de Excel que contiene los cálculos requeridos para planear los niveles de inventario a largo plazo, realizar el reabastecimiento (porque presenta la cantidad a pedir) y hacerle seguimiento al

comportamiento del inventario. La eficiencia del funcionamiento de la herramienta está comprobada con los resultados de la prueba piloto.

El modelo propuesto a diferencia del proceso de reabastecimiento anterior garantiza disminuir la probabilidad de desabastecimientos en el almacén de la mina, logrando que la probabilidad de presentarse un faltante sea igual a 5% durante cada período de reposición, porque propone la existencia de un inventario de seguridad disponible de manera constante para cada elemento y cada vez que este disminuya debe reabastecerse con una orden de compra, asegurando retorne a su nivel inicial.

Con el presente proyecto se plantea a la empresa la necesidad de mejorar el control de sus inventarios, conocer qué debe controlar y cómo debe hacerlo (indicadores cómo, incremento en los niveles de inventario de reposición, riesgo de obsolescencia y casos de desabastecimiento). Tener en cuenta, que los procesos orientados al inventario deben aplicarse a éste por grupos de productos, de acuerdo a la clasificación del inventario según su prioridad para la empresa y para los objetivos del proceso.

Con la aplicación del modelo de reabastecimiento propuesto en la prueba piloto se evidencian los siguientes resultados para el proceso de reabastecimiento: Disminución de la cantidad de proveedores para el abastecimiento de un grupo de productos, disminución de la cantidad de requisiciones y órdenes de compra realizadas para un elemento o un grupo de productos. Disminución en la cantidad de procesos realizados por el personal del almacén y del Departamento de compras para hacer requisiciones y elaborar órdenes de compra, porque se hacen periódicamente y no de manera continúa. Disminución niveles de inventario porque las cantidades pedidas están orientadas a satisfacer la demanda programada y tener un inventario de seguridad para cumplir demandas adicionales

de cada elemento. Finalmente, la reunión de estos resultados genera una disminución de 30% de los costos de inventario durante un año.

En los resultados de la prueba piloto no se presenta ningún desabastecimiento para los niveles de inventario de cada uno de los elementos, durante el período de tiempo total de la prueba. Es decir, la cantidad de desabastecimientos se disminuyó en 100% con relación a los desabastecimientos según datos históricos (presentados en el Anexo 19).

Con la prueba piloto se presentó el caso de un elemento (Código 11924, Chalecos Reflectivos) que no tuvo reabastecimiento durante el año de prueba, debido a que su existencia inicial podía abastecer toda la demanda programada y el inventario de seguridad durante el horizonte de planeación; mientras que con el modelo anterior sí se elaboraron requisiciones, órdenes de compra e ingresos de este código. Esto permite deducir que con el proceso anterior se presentan procesos y costos ociosos que no son requeridos si se analiza la demanda esperada del producto con anticipación.

El resultado del modelo de reabastecimiento planteado está ligado al acierto en la programación del consumo por parte de los usuarios, que los proveedores cumplan las condiciones de negociación, los procesos internos y de transporte sean realizados en el tiempo propuesto y se efectúe un seguimiento constante a los niveles de inventario previniendo se presente desabastecimiento en los elementos (con un reabastecimiento oportuno de acuerdo a la planeación o cuando los niveles de existencias disponibles lo requieran).

Por otro lado, observando los resultados de la prueba piloto se presentan casos en los cuales para algunos elementos (Códigos 20256, 20469 y 20468, es decir, Cascos de Seguridad, Guantes Largos de Carnaza y Guantes Cortos de Carnaza, respectivamente) se incrementan los niveles de inventario con relación al modelo

anterior. Esto ocurre porque con el modelo propuesto a diferencia del anterior se garantiza se disminuir la probabilidad de faltantes con la existencia de un inventario de seguridad constantemente para todos los elementos de reposición, mientras que en el modelo anterior estos elementos permanecían desabastecidos durante períodos de tiempo prolongados.

Finalmente, el presente proyecto de grado permitió a la estudiante de ingeniería industrial deducir cómo aplicar los conceptos adquiridos durante su formación profesional, plantearlos y orientarlos a la solución de problemas reales en la empresa y al mejoramiento de procesos garantizando se cumpla con su objetivo principal, logrando resultados satisfactorios con evidentes beneficios para la compañía.

10. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa, específicamente al Departamento de Inventarios tomar medidas en el proceso de reabastecimiento actual para implementar paulatinamente el modelo de reabastecimiento propuesto.

Para implementar la propuesta teniendo en cuenta la metodología que plantea la prueba piloto, es recomendable que la empresa actualice los datos correspondiente a tiempos de procesos internos del departamento de compras, tiempos de la empresa de transporte, tiempos de entrega del proveedor y los datos de referencia para realizar el cálculo de los costos por almacenar y por pedir, para cada elemento y proveedor respectivamente.

Se recomienda a los directivos de la empresa tener en cuenta la incidencia de los costos en los procesos y medir sí estos (procesos) están teniendo resultados satisfactorios y cuánto dinero es ahorrado o gastado de acuerdo a los resultados medidos.

Los directivos de la compañía deben programar capacitaciones para el personal vinculado con los procesos de reabastecimiento, orientadas al conocimiento de conceptos como: gestión de inventarios, aprovisionamiento, costos y medición de indicadores, para que los trabajadores puedan aportar de una manera efectiva al mejoramiento de los procesos.

Los directivos deben estructurar y programar reuniones del personal vinculado con los procesos de reabastecimiento, previo conocimiento de los puntos claves a medir y acciones correctivas a tomar de acuerdo a los resultados. Para garantizar la eficiencia del modelo es fundamental medir periódicamente las desviaciones entre los datos programados y los datos reales (tales como demanda y tiempo de

entrega total). Hacerle seguimiento a estos resultados, y tomar medidas encaminadas a reducir paulatinamente los márgenes de diferencia. Comparar resultados de los indicadores del período vigente respecto al anterior y el consolidado global. Crear la cultura de hacer seguimiento continuo a los resultados, verificar las causas y consecuencias de estos y tomar acciones correctivas.

Replicar el modelo de reabastecimiento propuesto a los elementos de cargo directo y garantizar que estos elementos sean reabastecidos conjuntamente con los de reposición. La vinculación de los elementos de cargo directo en el modelo de reabastecimiento propuesto se presenta desde la programación anticipada de la demanda de estos junto a los de reposición por parte de los usuarios, luego el usuario elabora la requisición y continúa el proceso de aprovisionamiento a cargo del Departamento de compras. Los elementos de cargo directo también deben clasificarse por grupos y a cada grupo asignarle un único proveedor.

Se recomienda replicar el modelo propuesto a todos los elementos del inventario de reposición, y a todos los almacenes adscritos a C.I. Prodeco S.A, empleando el sistema de consolidación y distribución de pedidos “DRP”, mencionado en el marco teórico.

Adicionalmente, se recomienda revisar la asignación de los elementos en los grupos de reposición o cargo directo. Puesto que existen elementos de protección personal con demanda esporádica durante un año (los elementos códigos 20470, 11924, 20437 y 20937, Guantes de Caucho Negro, Chaleco Salvavidas, Anteojos de Soldar Tipo Copa y Protectores Auditivos respectivamente, presentan este caso) que se recomienda clasificar como elementos de cargo directo, con el fin de disminuir los niveles y los costos de inventario requeridos para mantener el inventario de seguridad.

La empresa debe fortalecer la comunicación e integración entre proveedores, las áreas de compras, almacén y clientes, para que las condiciones del modelo propuesto funcionen correctamente. Garantizar la interacción eficiente entre las áreas para hacer seguimiento al cumplimiento de resultados y que el personal de éstas se brinde apoyo en el cumplimiento de las metas.

En la empresa se debe reconocer que cada actividad realizada tiene un objetivo y se debe hacer seguimiento a sus resultados para garantizar el cumplimiento de dicho objetivo. Así mismo, tener en cuenta que toda propuesta de mejora debe tener estandarizados procesos e indicadores, para que se pueda realizar exitosamente y sea garantizada su efectividad.

BIBLIOGRAFÍA

ALARCÓN, Francelina, CASAS, Yudy P, FRANCO Jenny C., ROJAS, Nancy E. Diagnóstico Logístico de la Unidad Estratégica de Negocio Mercadeo Social en CAJASAN. Proyecto de Grado, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2008, p.31.

ANAYA, Julio y POLANCO, Sonia. Innovación y mejora de los procesos logísticos. Madrid: ESIC Editorial, 2005.

Archivo pdf. La mina, p. 1. [pdf en línea]. Consulta en Google [13/06/2011 9:39 p.m]. Disponible en Internet: <http://barrancas-laguajira.gov.co/apc-aa-files/32653032376432393366363535323939/MINA.pdf>

Archivo pdf. Presentación en Power Point. El Cerrejón carbón para el mundo, progreso para Colombia, p. 6, abril de 2006 [pdf en línea]. Consulta en Google [11/06/2011 11:00 p.m.]. Disponible en Internet: http://www.icesi.edu.co/sudafrica/pdfs/conferencias/2_presentacion.pdf

BALLOU, Ronald H. Logística: Administración de la cadena de suministro. 5 ed. México: Pearson Educación, 2004.

BUFFA, Elwood S, SANIN, Rakesh K. Administración de la Producción y de las Operaciones. México: Editorial Limusa Noriega Editores, 2000, p. 124.

C.I PRODECO S.A. El empleo.com [información actualizada en línea]. Consulta en Google [10/06/2011 5:15 p.m]. Disponible en Internet: <http://www.empleo.com/sitios-empresariales/colombia/prodeco/index.asp>

CARRETERO, Luis E. PIRES, Gestión de la Cadena de Suministros. España: Mc Graw Hill, 2007, p. 110.

FLOREZ PIEDRAHÍTA, Carlos Arturo. La cadena del carbón en Colombia, p. 5 y 24. Dirección General Unidad de Planeación Minero Energética UPME, noviembre de 2005. Elaboró: Subdirección de Planeación Minera [pdf en línea]. Consulta en Google [10/06/2011 11:20 p.m.]. Disponible en Internet: <http://www.planea-antioquia.org/planea/images/stories/pdf/cadenadelcarbon.pdf>

HILLIER, Frederick S., LIEBERMAN, Gerald J. Investigación de Operaciones. 7 ed. México: Mc Graw Hill, 2004.

Informativo: Bloomberg Businessweek [en línea] [Web]. Consulta en Google [10/06/2011 4:50 p.m]. Disponible en

Internet:<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://investing.businessweek.com/research/stocks/snapshot/snapshot.asp%3FcapId%3D21811879&ei=zpHyTYbUNIfUtQOyurC3Cw&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=10&ved=0CF8Q7gEwCQ&prev=/search%3Fq%3Dc.i.%2Bprodeco%2Bproductos%2Bde%2Bcolombia%2Bs.a%26hl%3Des%26biw%3D1259%26bih%3D579%26prmd%3Divns>
Informativo: Cesar Región Digital [información en línea] [Colombia]. Consulta en Google [10/06/2011 8:51 p.m]. Disponible en Internet: <http://www.cesardigital.net/articulo.aspx?idc=215>

Informativo: DoxtoGetPublished. Confiabilidad, atreverse a ser infalible. Entrevista con Carlos Mario Pérez, realizada por Héctor Gutiérrez Cruz [información en línea] [Colombia]. Consulta en Google [17/07/2011 8:34 p.m]. Disponible en Internet:<http://www.doxtop.com/browse/f5bfc404/est%C3%A1-dispuesto-a-correr-el-riesgo.aspx>

MAYARD William K., HODSON. Manual del Ingeniero Industrial. 4ª ed. México: Mc Graw Hill, 2001.

MERCADO, Salvador H. Compras Principios y Aplicaciones. 3ª ed. México: Limusa Noriega Editores, 2005, p. 14.

MERCADO, Salvador H. Compras Principios y Aplicaciones. 3ª ed. México:

PEREZ ORTIZ, Vomar. Defensor del Pueblo. Explotación, transporte y embarque de carbón en los departamentos de Cesar y Magdalena. Resolución número 54, julio 25 de 2008, Bogotá DC, Defensoría del Pueblo [archivo pdf. en línea] [Colombia]. Consulta en Google [10/06/2011 5:55 p.m]. Disponible en Internet:http://www.defensoria.org.co/red/anexos/pdf/02/res/defensorial/defensorial_54.pdf

PM, son siglas en inglés de las palabras "PreventiveMaintenance". Actividades programadas de manera anticipada por el área de mantenimiento de la mina para cada uno de los equipos mineros con una frecuencia determinada de acuerdo a la cantidad de horas operativas contabilizadas a cada uno.

RODRÍGUEZ Sahagún, Agustín. La Programación y el Control de las Compras y los Aprovisionamientos. España: Editorial Pearson.

Servicios Geológicos Integrados SGI Ltda. Actualización del Modelo Hidrogeológico matemático para el área de influencia del proyecto de explotación minera Calenturitas, octubre de 2008 p.12, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [archivo pdf. en línea] [Colombia]. Consulta en Google [10/06/2011 3:30 p.m]. Disponible en Internet:http://www.minambiente.gov.co/documentos/Documento_modelo_hidrogeologico_calenturitas_v1.pdf

Sisma: Sistema de Mantenimiento de Inventarios. Software operativo y de manejo de la información.

ZAPATA PEREZ, Diana Marcela. Resolución número 1456, 15 de agosto de 2008 p.1, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [archivo pdf. en línea] [Colombia]. Consulta en Google [11/06/2011 3:30 p.m]. Disponible en Internet:http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_1456_150808.pdf

ANEXOS