

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL SISTEMA DE CONTROL
DE INVENTARIOS PARA LA MATERIA PRIMA E INSUMOS
ESPECIALES DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE**

**ANIBAL HERRERA PEÑATA
GUSTAVO MORALES ANGULO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**

2007

**PROPUESTA DE MEJORA PARA EL SISTEMA DE CONTROL
DE INVENTARIOS PARA LA MATERIA PRIMA E INSUMOS
ESPECIALES DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE**

**ANIBAL HERRERA PEÑATA
GUSTAVO MORALES ANGULO**

Monografía presentada para obtener el título de Ingeniero Industrial

Asesor

Ing. GUSTAVO ORTÍZ PIEDRAHITA

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.**

2007

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D. T. Y C., Octubre 19 de 2007

Yo ANIBAL HERRERA PEÑATA, identificado con cédula de ciudadanía número 73'582.936 de Cartagena (Bolívar), autorizo a la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

ANIBAL HERRERA PEÑATA

73'582.96 DE CARTAGENA

AUTORIZACIÓN

Cartagena de Indias, D. T. Y C., Octubre 19 de 2007

Yo GUSTAVO MORALES ANGULO, identificado con cédula de ciudadanía número 9'289.251 de Turbaco (Bolívar), autorizo a la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catálogo online de la Biblioteca.

GUSTAVO MORALES ANGULO

9'289.251 DE TURBACO

Agradezco principalmente a Dios y a mi padre que se encuentra en los cielos por darme la fortaleza, la constancia y sabiduría para alcanzar un logro más en los objetivos de mi vida.

A mis hermanos y fundamentalmente a mi madre DILIA SUSANA DE HERRERA PEÑATA que me brindó su apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida, con su dedicación, estímulo y entera confianza en mis capacidades me dirigió hacia el camino del éxito.

A mi primo ROGER URZOLA PEÑATA por brindarme su colaboración y brindarme todo su apoyo.

A mi novia ROCIO DEL PILAR BUELVAS V. por acompañarme y brindarme todo su apoyo incondicional.

A mis compañeros de estudio por los círculos de amistad que se generaron para la vida y fueron cimentados en la universidad.

También extendiendo con sinceridad mis agradecimientos a quienes con su conocimiento guiaron y asesoraron la elaboración de la presente "Monografía" y a la empresa TENARIS-TUBOCARIBE por su respaldo.

A todos mil Gracias.

ANIBAL

Agradezco a Dios, a mi Familia, a mis seres queridos, a la Universidad y a la Empresa donde laboro por brindarme todo el apoyo necesario para la realización de este proyecto el cual logramos con mucho esfuerzo y sacrificio.

A mi esposa Ana Elena y mi Hijo Juan Pablo por entender que el tiempo que no estuve con ustedes fue por esta razón.

GUSTAVO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Empleados de Tenaris-Tubocaribe, que estuvieron prestos a colaborarnos.

Ing. Roberto Gómez. Docente del Programa de Ingeniería Industrial. Por brindarnos su apoyo y colaboración durante la realización de éste trabajo.

Ing. Gustavo Ortiz, por su interés en el proyecto y su constante motivación.

Todas las personas que de una u otra manera hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

	Págs.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	
OBJETIVOS	
OBJETIVO GENERAL	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	21
1.1. MARCO REFERENCIAL	21
1.2. MARCO TEÓRICO	23
1.2.1. Administración de inventarios	23
1.2.2. Cadena de abastecimientos	25
1.3. MARCO CONCEPTUAL	27
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	30
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	31
3. JUSTIFICACIÓN	32
4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	33
5. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS ESPECIALES DE LA EMPRESA TENARIS- TUBOCARIBE	34
5.1. MANEJO DE BOBINAS DE ACERO	36
5.2. MANEJO DE FBE, POLIOLEFINA Y MATERIAL DE REPARACIÓN	36
5.3. MANEJO DE ACOPLEROS, PROTECTORES Y COMPUESTO DE ROSCA	37
6. SISTEMA ACTUAL DE ALMACENAMIENTO DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE	38

	Págs.
6.1. ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO	38
6.2. ALMACENAMIENTO DE FBE, POLIOLEFINA, ADHESIVO, MATERIAL DE REPARACIÓN	38
6.3. ALMACENAMIENTO DE ACOPLEROS, PROTECTORES Y COMPUESTO PARA ROSCAS	39
7. PROCEDIMIENTO DE ENTREGA DE MATERIAS PRIMAS E INSUMOS ESPECIALES DE LA EMPRESA TENARIS- TUBOCARIBE	41
7.1. ENTREGA DE BOBINAS	41
7.2. ENTREGA DE FBE, POLIOLEFINA Y MATERIAL DE REPARACIÓN	42
7.3. ENTREGA DE ACOPLEROS, PROTECTORES Y COMPUESTO DE ROSCA	43
7.4. DISPOSICIONES DE NO CONFORMIDADES	44
8. FUNCIONES BÁSICAS DEL ALMACEN DE MP E IE DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE	45
9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS DE MP E IE DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE	50
9.1. REQUISICIÓN	50
9.2. ESPECIFICACIONES Y DEFINICIÓN DE LA COMPRA	51
9.3. PEDIDO	53
9.4. ESPECIFICACIÓN PARA MARCACIÓN, EMPAQUE, CARGUE Y MANEJO	55
10. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS Y SUS CAUSAS	57
11. PROPUESTAS DE MEJORA A LAS CAUSAS RAICES ENCONTRADAS	61
11.1. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	61

	Págs.
11.2. NACIONALIZACIÓN DE LOS INSUMOS	62
11.3. INCUMPLIMIENTO POR PARTE DE LOS PROVEEDORES	63
11.4. POLÍTICAS DE INVENTARIOS	64
12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DEMANDA	65
13. MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL MANEJO DE INVENTARIOS DE INSUMOS ESPECIALES	72
13.1. OBJETIVOS DE SIMULACIÓN	72
13.2. RESTRICCIONES DEL MODELO	73
13.3. ESPECIFICACIONES DEL MODELO	75
13.4. RECREACION DE LA SITUACIÓN ACTUAL	77
13.5. SITUACIÓN ACTUAL	86
13.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	88
13.7. EJECUCIÓN DE EXPERIMENTOS	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

LISTA DE ANEXOS

	Págs.
Anexo A. Formato de solicitud de materias primas e insumos especiales	115
Anexo B. Reporte de liberación y aprobación de materias primas e insumos especiales	116
Anexo C. Formato salida de almacén	117
Anexo D. Demanda mensual de insumos especiales (2001-2006)	118
Anexo E. Subproceso de reaprovisionamiento del inventario	119

LISTA DE GRÁFICAS

	Págs.
Gráfica 1. Distribución de las locaciones	80
Gráfica 2. Entidades utilizadas en el modelo	81
Gráfica 3. Estado de locaciones de capacidad múltiple	88
Gráfica 4. Estado de las entidades. Situación actual	90
Gráfica 5. Comportamiento del stock del IE, modelo situación actual	93
Gráfica 6. Estado de las locaciones de capacidad. Escenario 2.1.	98
Gráfica 7. Comportamiento del stock escenario 2.	100
Gráfica 8. Estado de locaciones de capacidad escenario 3	103
Gráfica 9. Comportamiento del stock escenario 3	105

LISTA DE TABLAS

	Págs
Tabla 1. Factores para la evaluación de inventarios	25
Tabla 2. Clasificación de materias primas e insumos especiales	35
Tabla 3. Proyecciones de la demanda familia TUBING	69
Tabla 4. Proyecciones de la demanda familia CASING	70
Tabla 5. Proyecciones a 6 meses para las familias TUBING y CASTING	71
Tabla 6. Locaciones del modelo de simulación	88
Tabla 7. Entidades del modelo situación actual	89
Tabla 8. Variables del modelo situación actual	91
Tabla 9. Variables del escenario 1.1	96
Tabla 10. Variables del escenario 1.2	96
Tabla 11. Variables del escenario 1.3	97
Tabla 12. Locaciones del modelo escenario 2.	98
Tabla 13. Variables del escenario 2	99
Tabla 14. Locaciones del escenario 3	102
Tabla 15. Entidades del escenario 3	104

RESUMEN

TITULO:

PROPUESTA DE MEJORA PARA EL SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIOS PARA LA MATERIA PRIMA E INSUMOS ESPECIALES DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE

OBJETIVO GENERAL:

Elaborar propuesta de mejora para el sistema de control de inventarios que le permita a TENARIS-TUBOCARIBE optimizar los niveles de insumos especiales y materias primas, basado en el estudio del sistema actual de manejo de inventarios y validándolo en un sistema de simulación, de modo que le permita a la compañía reducir gastos extras en su producción.

AUTORES:

ANIBAL HERRERA PEÑATA

GUSTAVO MORALES ANGULO

RESULTADOS:

Entre los resultados de las observaciones más significativas que se obtuvieron, cabe mencionar que Tenaris-Tubocaribe es una empresa que

cuenta con una descripción detallada de los subprocesos que impactan directa o indirectamente el inventario de materias primas e insumos especiales.

Para el desarrollo de las propuestas de mejora, fue necesario evaluar las problemáticas que afectan a los inventarios notando que la falta de aplicación del ciclo PHVA, es un razón fundamental en cada una de las problemáticas determinadas.

Luego de elaborar las propuestas de mejora, se hizo una reunión con las siguientes personas:

- JUAN AGUSTÍN: Director General Supply Chain Colombia
- GLEWIN CASTRO: Analista de Programación Planta
- MLADENS SKULITS: Coordinador de Planeación Planta
- CESAR RAMOS: Analista de Programación Planta
- SCARLYN ELEJALDE: Analista de Logística en Compras

Esto con el fin de escuchar comentarios, puesto que éstas personas están involucradas con las tareas que presentan problemas; la respuesta por parte de todo el equipo fueron positivas, estuvieron de acuerdo con las fallas que tienen y están dispuestos a asumir el reto de acoger las propuestas planteadas en éste trabajo.

Por otra parte, el análisis estadístico de la demanda que, consideramos conveniente realizarlo antes de proponer unas políticas de manejo de inventarios a fin de determinar el comportamiento de la demanda de pedidos atípicos con la cual establecimos una proyección para los próximos seis meses. Es decir, hasta Junio de 2008.

Sin embargo, para justificar esta proyección se construyó un modelo de simulación que ayuda a mejorar y recrear la situación actual y que por ser un modelo flexible puede servir de apoyo para que la empresa lo siga alimentando con información y más adelante poder establecer una proyección de insumos con base en la proyección de pedidos atípicos.

INTRODUCCIÓN

La importancia de los inventarios se remonta a los tiempos inmemorables de los egipcios y demás pueblos de la antigüedad, quienes acostumbraban almacenar alimentos para hacerle frente a los periodos de escasez, lo cual le aseguraban la subsistencia de la vida y el desarrollo de sus actividades normales.

Bajo ese principio de subsistencia en períodos de escasas, es que hoy por hoy, la existencia de los inventarios dejó de ser una preocupación de pueblos y grupos de personas a ser un problema a nivel industrial; puesto que el manejo contable de los inventarios le permitirá a la empresa no solo mantener control oportuno, sino que además, podrá conocer al final de cada período contable un estado confiable de la situación económica de la misma.

Sin embargo, los adelantos tecnológicos y administrativos adoptados por las empresas no van de la mano con la actualización de los procedimientos de manejo y control de los materiales a pesar de la importancia que tiene. Es probable que esta situación de descuido se deba a que los procedimientos obsoletos de control y manejo de materiales resulta ser un costo escondido que no aparece en los libros de contables; sin embargo, al analizar estos

procedimientos se puede encontrar en ellos, las causas de pérdidas o desaprovechamiento de utilidades potenciales reflejadas finalmente en los estados financieros.

TENARIS-TUBOCARIBE, por ser una empresa con mente abierta al cambio y tener una inquietud constante por mejorar sus procedimientos de manejo y control de materiales, permitió la realización de este proyecto estudiando a fondo su situación actual a fin de obtener como resultado una alternativa de actualización y mejora en el desarrollo de sus objetivos.

OBJETIVOS

GENERAL

Elaborar propuesta de mejora para el sistema de control de inventarios que le permita a TENARIS-TUBOCARIBE optimizar los niveles de insumos especiales y materias primas, basado en el estudio del sistema actual de manejo de inventarios y validándolo en un sistema de simulación, de modo que le permita a la compañía reducir gastos extras en su producción.

ESPECÍFICOS

- Describir el sistema actual de manejo de inventarios, haciendo uso de observación y recolección de información de fuentes primarias, de tal forma que permita encontrar parámetros de estudio para el diagnóstico inicial.
- Realizar un análisis estadístico del consumo de insumos especiales y materias primas, tabulando y evaluando información histórica (12 meses), a fin de establecer una proyección de los niveles de inventarios, de modo que

se determine las causas de las eventualidades que generan altos costos en el inventario.

- Establecer un ciclo de pedidos de insumos especiales y materias primas, evaluando la continuidad de los pedidos, teniendo en cuenta los tiempos de entrega por parte de los proveedores, de modo que la empresa planee el consumo de los mismos de acuerdo a la producción proyectada.
- Construir un modelo de simulación, que evalúe la propuesta de mejora de manejo de sistemas de inventarios, de modo que soporte el beneficio planteado de la misma, teniendo como punto de partida la descripción actual de los procesos de manejo de inventarios en TENARIS-TUBOCARIBE LTDA.

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA¹

Tubos del Caribe S.A., inició operaciones en 1991 como la primera empresa colombiana productora de tubos petroleros bajo licencia del Instituto Americano del Petróleo API, TUBOCARIBE fue diseñada para abastecer la creciente industria petrolera de la región y los mercados de exportación a nivel mundial.

A partir de 1995, TUBOCARIBE puso en funcionamiento la planta de Revestimientos Externos de Tubería encaminada a satisfacer el mercado local e internacional de sistemas para la protección de líneas de transporte de hidrocarburos y otros fluidos, ofreciendo una línea de revestimientos que van desde el origen epóxico hasta los de origen poliolefínico, conocidos comúnmente bajo el nombre de Tricapa y siguiendo en su proceso, cualquier norma internacional aplicable a los diferentes tipos de recubrimiento.

¹ 1998. Exportadores de Colombia. Tubos del Caribe S.A. Recuperado Septiembre 12 de 2007 Octubre. <http://www.colombiaexport.com/tubcarie.htm>

TUBOCARIBE opera bajo la filosofía de "Control Total de Calidad", lo cual asegura la más alta calidad en todos sus productos y servicios. El sistema de aseguramiento de calidad aplicado en TUBOCARIBE se rige bajo los lineamientos de la norma ISO 9002:1994 y está certificado por BVAI (Bureau Veritas Aunity International) con el No. 18309 del 25 de octubre de 1996.

Hoy por hoy, Tenaris es líder global en la producción de tubos de acero y servicios para perforación, terminación y producción de pozos de petróleo y gas, así como en la provisión de productos tubulares y servicios para plantas de procesamiento y generación de energía, aplicaciones industriales especializadas y automotrices.

A través de una red integral de producción, servicio al cliente y centros de investigación y desarrollo, trabaja junto a sus clientes para responder a sus necesidades en la entrega puntual de productos de alto rendimiento en ambientes operativos cada vez más complejos.

En Colombia, Tenaris cuenta con su centro productivo Tenaris-Tubocaribe, localizado en Cartagena de Indias, puerto sobre la Costa Atlántica de avanzada infraestructura, que permite atender mercados de exportación a través del Mar Caribe o del Canal de Panamá a los puertos de la Costa Pacífica. Esta planta cuenta con una capacidad de producción anual de 150.000 toneladas de tubos de acero con costura, que contribuye al desarrollo de la industria energética colombiana y exporta el 70% de sus productos a Latinoamérica, Estados Unidos y Canadá.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS²: Es la eficiencia en el manejo adecuado del registro, de la rotación y evaluación del inventario de acuerdo a cómo se clasifique y qué tipo de inventario tenga la empresa, ya que a través de todo esto se determinarán los resultados (utilidades o pérdidas) de una manera razonable, pudiendo establecer su situación financiera y las medidas necesarias para mejorar o mantener dicha situación.

² RAMÍREZ, J. (2007). Fundamentos de Inventarios. Recuperado Septiembre 12 de 2007. http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/inventariosfundamentos/

La administración de inventario implica la determinación de la cantidad de inventario que deberá mantenerse, la fecha en que deberán colocarse los pedidos y las cantidades de unidades a ordenar; y depende del tipo o naturaleza de la empresa, no es lo mismo el manejo en una empresa de servicios que en una empresa manufacturera, también depende del tipo de proceso que se use: producción continua, órdenes específicas y montajes o ensambles.

La meta de la administración de inventarios consiste en proporcionar los inventarios que se requieren para mantener las operaciones al más bajo costo posible.

Costos totales del inventario: Equivale a la suma de los costos de mantenimiento (costos de almacenamiento, de capital y de depreciación) y los costos de ordenamiento (costos de colocar una orden y de recibirla, generalmente son costos fijos independientemente del tamaño de la orden).

Existen varios factores que deben ser considerados al momento de evaluar los inventarios y establecerles un control, ilustrados en el la tabla 1.³

³ FONTT, I. (1997). Sistemas de control. Recuperado Septiembre 12 de 2007. <http://www.monografias.com/trabajos6/sicox/sicox.shtml>

Conteo físico de los inventarios	Independiente del sistema que se utilice, se deben realizar por lo menos una vez al año.
Mantenimiento	De los subprocesos de compras, recepción y procedimientos de despacho.
Almacenamiento	Para proteger los materiales contra el robo, daño ó descomposición
Acceso autorizado	Permitir el acceso al inventario solamente al personal que no tiene acceso a los registros contables.
Mantener registros	De inventarios perpetuos para las mercancías de alto costo unitario.

Tabla1. Factores para la evaluación de inventarios

1.2.2. CADENA DE ABASTECIMIENTOS: Las cadenas de abastecimiento (aplicación de la logística), son una estrategia de negocios en las que distribuidores y proveedores se comprometen y trabajan juntos para lograr mejores valores para los consumidores. Esta estrategia recibe el nombre de

"efficient consumer response" (ECR), una filosofía que logra reducir los costos de un producto en su camino de la fábrica al consumidor final.⁴

Se puede decir que, el objeto principal de adoptar una cadena de abastecimiento a través de una red logística basada en tecnología consiste en brindar un impecable servicio al cliente reduciendo costos y tiempo.

Siguiendo con lo anterior y para justificar la importancia que tienen las cadenas de abastecimientos en los procesos de comercialización actuales, cabe mencionar las ventajas más significativas que tienen:

- Reducción de costos y de inventarios: esto es producto del flujo de comunicación y de la conexión que existe entre cada uno de los actores de la cadena, ya que de ésta depende el conocimiento bilateral de cada una de las partes que actúan entre sí, de modo que se tienen en cuenta las necesidades y es permisible hacer una planeación de producción al igual que una planeación de inventarios.

⁴ GÓMEZ, I. (2005). La aplicación de la cadena de abastecimientos. Recuperado Septiembre 12 de 2007. <http://www.gestiopolis.com/canales5/mkt/igomeze/17.htm>

- **Mejor Capacidad de Respuesta y Servicio al cliente:** Es válido resaltar la importancia de la comunicación en la gestión de la cadena de suministros, puesto que al trabajar para metas comunes cada actor se vuelve flexible a los cambios exigidos por el cliente.
- **Ciclos de producción y compra/venta más eficientes:** La programación por parte de cada uno de los actores de la cadena de abastecimientos permiten la eficiencia y eficacia en cada uno de los subprocesos que desarrollen, teniendo en cuenta la “Ley del comercio que dice que quien compra bien, vende bien”⁵.

1.3. MARCO CONCEPTUAL

- **INSUMOS ESPECIALES PARA TENARIS- TUBOCARIBE:** Son aquellos que al no tenerlos en el inventario pueden parar el proceso. Acoples o uniones para tubos API 5L, 5CT, protectores de roscas, compuesto de roscas, resina poliéster, rollos de alambre de zinc, material para reparación de revestimiento, granalla de acero y ácido fosfórico.

⁵ Ibid., <http://www.gestiopolis.com/canales5/mkt/igomeze/17.htm>

- **MATERIA PRIMA:** Para Tenaris-Tubocaibe, las materias primas de mayor seguimiento son: Bobinas de acero laminado en caliente o en frío, Polvo epóxico (FBE), Adhesivo y Poliolefinas.
- **INVENTARIOS:** Son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización.
- **MANEJO Y CONTROL DE MATERIA PRIMA EN PROCESO:** Desde la recepción de la materia prima hasta la entrada a la planta de tubería, el programador Master de Productividad realiza el listado de cada material a recibir, el cual utilizan para chequear y verificar los productos enviados por el proveedor.
- **INVENTARIO DE SEGURIDAD:** Constituidos como protección frente a la incertidumbre de la demanda y del plazo de entrega del pedido. Evitando, dentro de lo posible, la inexistencia de inventarios en un momento dado.
- **ORDEN DE COMPRA:** Documento del comprador utilizado para formalizar una transacción de compra con un proveedor.

- **SIMULACION DE PROCESOS:** Herramienta de la ingeniería industrial, la cual se utiliza para representar un proceso mediante otro mas simple, que permite analizar sus características un proceso mediante otro que lo hace mucho más simple. Por otra parte, Robert Shannon define la simulación como el diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentalmente con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema del mundo real o evaluar varias estrategias con los cuales puedan operar el sistema⁶.
- **ANÁLISIS MULTIVARIANTE:** Es un método estadístico utilizado para determinar la contribución de varios factores en un simple evento o resultado, su objetivo es analizar simultáneamente conjuntos de datos multivariantes en el sentido de que hay varias variables medidas para cada individuo ú objeto estudiado.
- **PCP:** Jefatura de Planeación y Control de la Producción.
- **EMT:** Jefe de producción de la Planta.
- **AMPIE:** Jefe de Almacén de Materias Primas e Insumos Especiales.

⁶ Dorado, C. Simulación de sistemas. Recuperado Septiembre 20 de 2007. <http://www.monografias.com/trabajos20/simulacion-sistemas/simulacion-sistemas.shtml>

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, en TENARIS-TUBOCARIBE el subproceso de reaprovisionamiento del inventario se desarrolla de la siguiente manera: La Jefatura de Planeación y Control de la Producción (PCP), Jefe de producción de la Planta EMT y/o Superintendente de la Planta de Revestimiento o la persona delegada por ellos, con base en los niveles de inventarios máximos y mínimos buffer detectan las necesidades de adquisición de Insumos Especiales estableciendo las características técnicas, calidad y cantidad de Insumos que se requieren. (ver flujo grama en el Anexo E)

El PCP, EMT y/o Superintendente de la Planta de Revestimiento según sea el caso deben realizar las requisiciones correspondientes y dirigirlas al Subgerente de compras para su adquisición.

Esta orden de compra es revisada y aprobada por la Gerencia de Planta, ésta o la persona delegada emiten un memorando donde informa a los Departamentos correspondientes el pedido efectuado y las características del mismo. Con la información de las condiciones de compra acordadas y la

identificación del medio de transporte utilizado. Sin embargo, pese a que la empresa tiene estructurado el procedimiento de cómo comprar no tiene establecido cuando lo va a hacer, quedando esto a decisión del EMT dándole prioridad a las compras que son requeridas para las órdenes de producción más urgentes.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Es necesario tener en cuenta los tiempos de entrega que manejan los proveedores de TENARIS-TUBOCARIBE, y en cuánto incrementa el riesgo de incumplirle al cliente por no contar a tiempo con un insumo o materia prima, teniendo en cuenta el aumento de costo de los mismos debido a la urgencia.

De acuerdo a las problemáticas planteadas anteriormente, ¿Qué alternativas de control de inventarios debe adoptar TENARIS-TUBOCARIBE en el manejo de inventarios de Materias primas e Insumos especiales, que le permita identificar la cantidad óptima a pedir de insumos especiales y materias primas y mantener un stock de seguridad que le garantice el cumplimiento de las entregas a sus clientes?

3. JUSTIFICACIÓN

Las empresas actualmente buscan la mejora en sus procesos, optimizando la utilización de los recursos, suprimiendo gastos y costos, trabajando en mejorar su productividad; y dentro de las diferentes funciones que posee una organización, la administración y manejo de inventarios, juega un papel fundamental al momento de querer ser competitivo y maximizar utilidades.

El no utilizar un modelo de abastecimiento adecuado llevará al inventario a un alza considerable en los costos financieros y variabilidad en los niveles de inventarios mínimo o máximo, dependiendo de la naturaleza del insumo ó materia prima, equivalente a la no previsión tanto de la demanda, como de producción.

Teniendo en cuenta lo anterior, la investigación a realizar se centra en el manejo de inventarios de insumos especiales y materias primas de la empresa TENARIS-TUBOCARIBE, buscando proporcionar una visión más clara de las políticas y lineamientos que actualmente se utilizan, validando la aplicabilidad por parte del recurso humano y la conveniencia de estas en aras de la productividad y el mejoramiento continuo.

4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo explorativa, dado que se realizarán observaciones directas a los procesos administrativos de control y manejo de inventarios. También se tomará información de fuentes primarias: personal que administra y opera dentro de la bodega.

Este estudio se fundamentará en la recolección estratégica de información de manejo y control del inventario de materia prima e insumos especiales, utilizando la observación como medio de captación, para determinar las exigencias mínimas requeridas por la empresa actualmente para el área de inventario.

Además, se propone una investigación de tipo descriptiva, para identificar elementos y características acerca de los problemas identificados, y de este modo poder enfatizar en los procedimientos para la administración del almacén.

Se utilizarán datos e información relacionada con: la rotación de los inventarios, los actuales procedimientos que se llevan a cabo en esta área, historial de consumo de insumos especiales y de materia prima.

5. DESCRIPCIÓN DEL MANEJO DE MATERIA PRIMA (MP) E INSUMOS ESPECIALES (IE) DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE

A continuación se desarrollará una descripción del manejo de MP e IE, que pertenecen al inventario de la empresa TENARIS-TUBOCARIBE. Esta descripción está basada en la observación de los procesos, realizados en la empresa.

EL Jefe de Almacén de Materias Primas e Insumos Especiales (AMPIE), es el encargado de planear, efectuar y controlar las compras nacionales e internacionales de materia prima e insumos especiales, para garantizar su oportuna disponibilidad, de acuerdo con el plan de producción de la empresa y a las políticas trazadas en relación con la administración y eficiencia de los inventarios.

Entre los miembros de la empresa, se ha mantenido la inquietud constante de mejorar las operaciones administrativas y operativas, unificando y coordinando esfuerzos para conseguir los objetivos con mayor efectividad.

De esta manera es como la gerencia de materiales de TENARIS-TUBOCARIBE, ha estado luchando por lograr una excelente estructura organizativa, estableciendo políticas, sistemas y procedimientos, que le sirvan de base para un funcionamiento eficaz, y estar a la altura de los avances de la tecnología administrativa.

Para garantizar la funcionalidad del sistema de manejo de inventarios de materias primas e insumos especiales, se lleva a cabo un análisis de cada ítem para definir la materia prima e insumos especiales a comprar por la empresa TENARIS-TUBOCARIBE, para la producción de un período determinado.

La materia prima y los insumos especiales se fabrican con tal precisión, que requiere un manejo cuidadoso, ya sean nuevos, usados o reacondicionados.

Para fines de este estudio se tendrá en cuenta la información de la tabla 2.

MATERIA PRIMA	INSUMOS ESPECIALES
Bobina de acero	Acoples
FBE	Protectores
Polipropileno	Material de reparación del revestimiento
Adhesivo	Compuesto de rosca

Tabla 2. Clasificación de Materia Prima e Insumos especiales.

5.1. MANEJO DE BOBINA DE ACERO

Las bobinas de acero generalmente son recibidas por vía marítima, se descargan del barco utilizando grúa con cuidado especial que las cadenas con las cuales se agarran no dañen los bordes de las bobinas ni se desprendan los zunchos de seguridad. Cuando las bobinas están en la plancha del camión se amarran usando dos cadenas como mínimo por cada una y se acuñan con maderos en los extremos para evitar que se rueden y se caigan.

5.2. MANEJO DE FBE, ADHESIVO, POLIOLEFINA Y MATERIAL DE REPARACIÓN

El FBE se recibe en contenedores refrigerados y en contenedor normal el adhesivo, la poliolefina y el material de reparación; generalmente se reciben por vía marítima.

A su llegada a TENARIS-TUBOCARIBE el contenedor es descargado manualmente, teniendo las siguientes precauciones:

- No tener objetos corto-punzantes cercanos que puedan romper las bolsas donde está almacenado el producto.
- No dejar caer libremente o tirar las bolsas porque se pueden romper.
- No debe haber fuentes de calor o material inflamable.
- No se debe manipular el producto con las manos mojadas ni sucias de grasa o similares, esto humedece y daña el producto.

5.3. MANEJO DE ACOPLEROS, PROTECTORES Y COMPUESTO DE ROSCA

Estos materiales generalmente se reciben en contenedores y estibados en cajas con base de madera. Para sacarlos del contenedor se utiliza montacargas, teniendo en cuenta las siguientes observaciones:

- Las uñas deben entrar directamente en la base de madera para que no maltrate los materiales.
- El montacargas debe dejar caer suavemente la estiba que contiene los elementos, nunca en caída libre.

6. SISTEMA ACTUAL DE ALMACENAMIENTO DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE

6.1. ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE ACERO

Las bobinas de acero son almacenadas en un sitio libre de humedad, directamente en el suelo y al aire libre, alejadas de material corrosivo y superficies metálicas indebidamente aisladas.

Son almacenadas por especificación, la zona donde están almacenadas está claramente identificada con el tipo de bobina que se agrupa determinado sitio.

6.2. ALMACENAMIENTO DE FBE, POLIOLEFINAS, ADHESIVO Y MATERIAL DE REPARACIÓN

El FBE se almacena en estibas una sobre otra, sin exceder de 4 estibas de altura, en una bodega cerrada y refrigerada a la temperatura que indique el empaque o la especificación del fabricante del polvo. El sitio está libre de

humedad y por la naturaleza de este material está aislado de material inflamable o fuentes de calor a fin de prevenir incendios.

El almacenamiento del adhesivo, la poliolefina y el material de reparación se realiza en estibas de madera, en arrumes que no exceden 4 metros de altura en un sitio cerrado, libre de humedad.

Así como el FBE, estos materiales también deben estar aislados de material inflamable y fuentes de calor porque pueden ocasionar incendios.

6.3. ALMACENAMIENTO DE ACOPLES, PROTECTORES Y COMPUESTO PARA ROSCAS

Los acoples y protectores son almacenados por especificación y grado, identificado claramente en cada área, se utilizan cajas sobre estibas de madera sin exceder 4 cajas de altura; el compuesto de rosca es almacenado en estibas en arrumes máximos de 3 cuñetes.

Además, para el almacenamiento de acoples, protectores y compuesto para roscas, se tienen en cuenta las siguientes indicaciones:

- Los acoples deben almacenarse en un sitio cerrado, libre de humedad y no deben estar cerca de materiales corrosivos.
- Los protectores y el compuesto de rosca no deben almacenarse cerca a fuentes de calor ni a al aire libre, y deben estar alejados de materiales inflamables o químicos que puedan deteriorarlos.

7. PROCEDIMIENTO DE ENTREGA DE MP E IE DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE

7.1. ENTREGA DE BOBINAS

Luego de que las muestras cortadas de las bobinas son analizadas por el personal del Laboratorio de Aseguramiento de Calidad, el Jefe de laboratorios le informa al Jefe de AMPIE, a través del reporte de liberación y aprobación de materias primas e insumos especiales (ver anexo 1); cual materia prima está aprobada y cual es no conforme.

Cuando el jefe de 5L solicita materia prima para procesos, diligencia y envía al Jefe de AMPIE el formato de solicitud (ver anexo 1), luego este consulta las bobinas aprobadas y procede a entregarle a producción ubicando la bobina a procesar en la nave de corte. El formato antes mencionado debe ser firmado por el operador de corte en señal de recibido.

7.2. ENTREGA DE FBE, POLIOLEFINA Y MATERIAL DE REPARACIÓN.

Cuando el Jefe de Laboratorios analiza las muestras tomadas, envía al Jefe de AMPIE el reporte de liberación y aprobación de materias primas e insumos especiales (Ver anexo 2), informando los lotes aprobados y los no conformes.

El asistente de revestimiento solicita a través del formato de solicitud de MP e IE al Jefe de AMPIE la materia prima a procesar y este procede a entregarla revisando la información de conformes y no conformes enviada por el Jefe de laboratorios. Luego, el Jefe de AMPIE procede a entregar la materia prima a producción recibiendo a cambio el formato antes mencionado por los Operadores de cabina y/o extrusora a fin de garantizar el recibido a conformidad.

7.3. ENTREGA DE ACOPLES, PROTECTORES Y COMPUESTO DE ROSCA

Los Supervisores de Producción de área de Roscado y Acoplado solicitan al Jefe de AMPIE los acoples y protectores necesarios para la producción mediante el formato de solicitud de MP e IE. El jefe de AMPIE revisa la liberación de materia prima e insumos especiales enviada por el Jefe de laboratorios para constatar la especificación, cantidad aprobada y procede a realizar la entrega al Supervisor de Producción quienes firman formato anteriormente mencionado de los acoples y protectores en señal de recibido a conformidad.

El compuesto para rosca es solicitado por los Supervisores de Producción del área de roscado y acoplado al Jefe de Almacén General mediante una salida de almacén (ver anexo 3), quien procede a verificar la disponibilidad de este y realiza la entrega. El Supervisor de producción o la persona asignada por este firma la salida de almacén en señal de recibido a conformidad.

7.4. DISPOSICIÓN DE NO CONFORMIDADES

En cada área de almacenamiento de materia prima e insumos especiales existe un área determinada con color rojo para el almacenamiento de los insumos y materias primas no conformes. Los informes de su estado de no conformidad por el Jefe de Laboratorios al Jefe de AMPIE se reportan en el formato de Aprobación y liberación de materias primas e insumos especiales; la identificación de los no conformes se hace con color rojo sobre los bordes de la bobina, un anillo amarillo alrededor de los acoples, el FBE, adhesivo, poliolefina y materiales de reparación solo se coloca en la zona de no conformidades, los protectores se pintan alrededor con un anillo amarillo. Lo anterior esta bajo la responsabilidad del Auxiliar de materia prima e insumos especiales.

Cabe resaltar que ni ninguna persona incluyendo al jefe de AMPIE, puede entregar o mover los productos no conformes hasta que estén liberados por el Jefe de Laboratorios o el Subgerente de Aseguramiento de Calidad a través de un memorando donde se informa al Jefe de AMPIE la correspondiente degradación o disposición del producto rechazado.

8. FUNCIONES BÁSICAS DEL ALMACEN DE MP E IE DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE

Un inventario consiste en las existencias de productos físicos que se conservan en un lugar y un momento determinado⁷.

El almacén de TENARIS-TUBOCARIBE tiene como función principal el abastecimiento oportuno de Materias Primas e Insumos Especiales al departamento de producción, dicho de otra manera, el almacenaje constituye un servicio cuyo objetivo es el de suministrar las materias primas e insumos especiales necesarios en la calidad requerida, en el momento preciso, a un menor costo.

La problemática que se vive hoy en día en el almacén de TENARIS-TUBOCARIBE es la frecuencia y cantidad de artículos a almacenar para facilitar y hacer económicamente viable la manutención, puesto que son muchas las responsabilidades que existen sobre los inventarios debido a que afectan directamente en el desarrollo de las actividades de otras áreas de la empresa.

⁷ Seetharama Narasimhan, Planeación de la producción y control de inventarios. Ed. Prentice Hall. 2 ed. 1996, p 91

Todos los controles internos que se le realicen sobre los inventarios abarcan desde el procedimiento para desarrollar un presupuesto, un pronóstico de ventas, la producción hasta la operación de un sistema de costo por el departamento de contabilidad para la determinación de los costos de inventarios⁸.

Las funciones básicas del almacén son las siguientes:

- Planeación: Esta función es desarrollada por el departamento de ventas puesto que, pronóstico de ventas es la base para planear la producción y por ende para estimar las necesidades de materiales requeridos en los inventarios.

Aunque los programas de producción, presupuestos de inventarios y los detalles de materiales y mano de obra necesaria, se desarrollan basado al presupuesto de ventas que está basado en estimados y tendrán alguna variación con respecto a los resultados reales, ellos facilitan un control global de las actividades de producción, niveles de inventarios y ofrecen una herramienta medir la efectividad de las operaciones actuales.

- Compra: Ésta función tiene dos enfoques que garantizan el buen desarrollo de la misma:

⁸Op cit., <http://www.gestiopolis.com/canales5/mkt/igomez/17.htm>

- Control de producción: Determina los tipos y cantidades de materiales requeridos.
- Compras: Coloca la orden de compra y mantiene la supervisión necesaria sobre la entrega oportuna del pedido.

Lo anterior, lo tiene claro TENARIS-TUBOCARIBE. En el capítulo siguiente se hará una descripción detallada de la manera como se lleva a cabo el proceso de compras para las materias primas y los insumos especiales.

- Recepción: Luego de que los materiales hayan sido inspeccionados en cuanto a su cantidad, calidad y comparados con una copia aprobada de la orden de compra, es el la función de recepción la responsable de la aceptación de todos lo que se recibe. Así mismo, es responsable de la entrega o envío de lo que se recibió a los almacenes de materias primas e insumos especiales. La manera como se lleva a cabo esta función en TENARIS-TUBOCARIBE se describió en el capítulo 5.

- Almacenaje: La responsabilidad sobre los inventarios en los almacenes incluye la verificación de las cantidades que se reciben, el almacenaje adecuado como medida de protección contra los elementos y las extracciones no autorizadas, así como la extracción de materiales contra la presentación de autorizaciones de salida. En el capítulo 6 se describió como se desarrolla actualmente esta función en la empresa TENARIS-TUBOCARIBE.
- Producción: Los materiales en proceso se encuentran, generalmente bajo control físico, teniendo en cuenta la información sobre el movimiento de la producción y los inventarios y las notificaciones rápidas sobre desperdicios producidos, materiales dañados, etc., de modo que las cantidades y costos correspondientes de los inventarios puedan ser debidamente ajustados en los registros.

La información rápida y precisa de parte de la fábrica, constituye una necesidad para el debido funcionamiento del sistema de costo y los procedimientos de control de producción.

- Entregas: En esta función se tienen en cuenta todas las entregas y preferiblemente, deben efectuarse, a base de órdenes de entrega, de

salida o requisiciones debidamente aprobadas. El formato utilizado es LA SALIDA DE ALMACEN como se ilustró en el desarrollo de esta función en el capítulo 7.

- Contabilidad: El desarrollo de ésta función permite mantener un control contable sobre los costos de los inventarios, a medida que los materiales se mueven a través de los procesos de compra, producción y venta.

Es decir que, la administración del inventario hace hincapié en la determinación de la cantidad de inventario que se debería mantener, la fecha en que se deberán colocar las órdenes y la cantidad de unidades que se deberá ordenar cada vez. De aquí que salta la importancia de los inventarios para las ventas, y que las ventas son esenciales para las utilidades.

9. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS DE MP E IE DE LA EMPRESA TENARIS-TUBOCARIBE

Uno de los procedimientos de gran importancia durante el subproceso de ejecución en el proceso de compra, es el de realizar la selección y los trámites referentes al transporte externo de sus productos o materiales, ya sea este a nivel nacional o internacional.⁹

9.1. REQUISICION

- **REQUISICIÓN DE MATERIA PRIMA:** El Jefe de PCP, realiza un análisis con base en la información referente a: cotizaciones en trámite, proyección de ventas suministrada por los Representantes, inventario de productos terminados, inventario de productos en proceso, movimiento diario de bobinas, materia prima en tránsito y estado actual de pedidos pendientes donde se refleja el faltante de materia prima Con ello genera un cuadro de Solicitud de Materia Prima.

⁹Gonzalo Cardozo, Gestión efectiva de materiales: Proceso de compras, administración de almacenes y control de inventarios. Ed. Tecnológica de Bolívar. 2003, p 165

- **REQUISICION DE INSUMOS ESPECIALES:** El Jefe de Planeación y Control de la Producción (PCP), Jefe de producción y/o Superintendente de la Planta de Revestimiento según sea el caso deben realizar las requisiciones correspondientes y dirigirlas al Subgerente recompras para su adquisición.

9.2. ESPECIFICACIONES Y DEFINICION DE LA COMPRA

- **MATERIA PRIMA:** Con base en la proyección de ventas de un período determinado el Gerente, cotiza y negocia con los proveedores previamente evaluados y aprobados por TENARIS-TUBOCARIBE, unos cupos para asignación de fabricación y precios de compra, informándolos al Gerente de Planta, Subgerente de Compras y al Superintendente de Operaciones en Productos Energéticos. El Superintendente de Operaciones en Productos Energéticos, define la cantidad, calidad, características físicas y químicas que debe cumplir la materia prima.

Cabe resaltar que, para la materia prima para revestimiento, el Gerente, en conjunto con el Superintendente de Revestimiento, realizan convenios de precio con los proveedores de materia prima.

Cuando el superintendente de Revestimiento, va a realizar una compra, verifica si existen convenios de precio previamente pactados, en caso contrario, procede a realizar las cotizaciones correspondientes y define el proveedor, realizando el pedido correspondiente a la materia prima necesaria. Con base en lo anterior el Subgerente de Compras elabora la orden correspondiente.

- **ESPECIFICACIONES DEL INSUMO A COMPRAR Y DEFINICION DE LA COMPRA:** El Departamento de Compras cotiza con proveedores previamente evaluados y aprobados por TENARIS-TUBOCARIBE, define el proveedor y los términos de compra de los Insumos Especiales con base en la evaluación de las cotizaciones. En la orden de compra generada se hace énfasis en los siguientes puntos:
 - Que los acoples deben tener su respectivo certificado de calidad.
 - Que los compuestos de roscas deben tener certificado de calidad y ficha técnica siempre y cuando su certificación no incluya su composición.

9.3. PEDIDO

- **PEDIDO DE MATERIA PRIMA:** Cuando el Superintendente de Operaciones o el Superintendente de Revestimiento, colocan al proveedor un pedido de materia prima, le asignan un código así:
YYVVNN

Donde:

YY = AÑO EN QUE SE GENERA EL PEDIDO

VV = PROVEEDOR

NN = CONSECUTIVO DE PEDIDO POR AÑO

Luego de haber concretado la negociación con el proveedor el Subgerente de Compras y/o el Superintendente de Revestimiento, según corresponda, elaboran la orden de compra la cual es revisada y aprobada por la Gerencia de Planta, esta o la persona delegada emite un memorando donde informa a los departamentos correspondientes el pedido efectuado y las características del mismo, informando las condiciones de compra acordadas y el medio de transporte que se va a utilizar.

Recibida la materia prima en las instalaciones de TENARIS-TUBOCARIBE, el personal del Departamento de Aseguramiento de Calidad le practica el dimensionamiento y las pruebas de calidad necesarias para constatar si cumple o no, con los requerimientos exigidos por el proveedor en el certificado de calidad que debe acompañar siempre a la materia prima adquirida.

- **PEDIDO DE INSUMOS ESPECIALES:** Una vez establecido el proveedor y los términos de compra el Gerente o la persona designada, procede a dar el VoBo a la orden de compra, la cual es enviada al proveedor por el Secretaria del Departamento de Compras.

El Jefe de Importaciones o la persona por el asignada, se encarga de realizar el seguimiento de la compra hasta que llegue a TENARIS-TUBOCARIBE, que comprende modo y medio de transporte, aseguramiento de las cargas, solicitud y aprobación de documentos referentes a los artículos originados en el proveedor (factura comercial, lista de empaque, documentos de transporte), así como el cumplimiento del proceso de nacionalización de los artículos ordenados bajo las modalidades específicas según sea el caso: ordinarias, sistemas especiales, envíos urgentes, por garantías o en reparación.

Con el fin de mantener a los usuarios informados, el Subgerente de Compras, con el apoyo del APT, emite detalles de pedidos despachados, faltantes o excesos encontrados en los materiales recibidos, mediante la incorporación al sistema de la compañía, de la información relativa al estado y disponibilidad de las mercancías incluyendo datos como: número de requisición, número de orden de compra, número de pedido y estado.

9.4. ESPECIFICACIÓN PARA MARCACIÓN, EMPAQUE, CARGUE Y MANEJO

- **MATERIA PRIMA:** Las bobinas de acero se marcan de la siguiente manera: se les adhiere un rótulo que contenga como mínimo lo especificado en la norma ASTM A-568 y A-635 mencionadas en la Orden de compra.

Para materia prima usada en el revestimiento la marcación debe contener como mínimo: Nombre del proveedor, Lote de fabricación, Fecha de Vencimiento (cuando aplique), Especificación, Peso del

producto. Lo anterior se le especifica al proveedor en la orden de compra correspondiente.

- **INSUMOS ESPECIALES:** Las especificaciones para la marcación, empaque, cargue y manejo de los Insumos Especiales están detalladas por TENARIS-TUBOCARIBE en su Orden de Compra. En caso de presentarse una inconformidad con los Insumos Especiales la Subgerencia de Aseguramiento de Calidad envía un informe al proveedor con el fin de presentar el reclamo respectivo. Los materiales no conformes no entran al proceso productivo.

10. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS Y SUS CAUSAS

A continuación, desarrollaremos un análisis de la problemática, que actualmente se viven en algunos subprocesos administrativos de Tenaris-Tubocaribe, determinados luego de haber hecho un seguimiento de los subprocesos administrativos y de planeación de la producción.

1. La inadecuada proyección de la demanda: El sistema de producción de Tenaris-Tubocaribe se maneja sobre pedido, que en la actualidad se dan de de dos maneras diferentes: los programados con un año de anticipación y los que resultan en el transcurso del año que no se tienen en cuenta para la proyección de compras de insumos especiales y materias primas, lo cual genera caos en el momento de poner en marcha una orden de producción.
2. Nacionalización de Insumos: Luego de hacer una observación detallada del desarrollo del subproceso de nacionalización de los insumos, nos dimos cuenta que el manejo de la información se lleva manual, existe un archivo físico para todos y cada uno de los movimientos de importación, y la persona encargada de ejecutar las tareas no tiene la capacidad de priorizar una orden sobre otra, es decir, que la nacionalización de

insumos especiales prima sobre la nacionalización de un repuesto de cualquier máquina o equipo que se va a mantener en stock.

Siguiendo con la observación, encontramos que el desarrollo de las tareas se hacen de la misma manera como se hicieron la primera vez, hace 17 años, es un procedimiento que se ha vuelto tan rutinario, que no le permite a la persona encargada notar las fallas que tiene el subsistema al que pertenece.

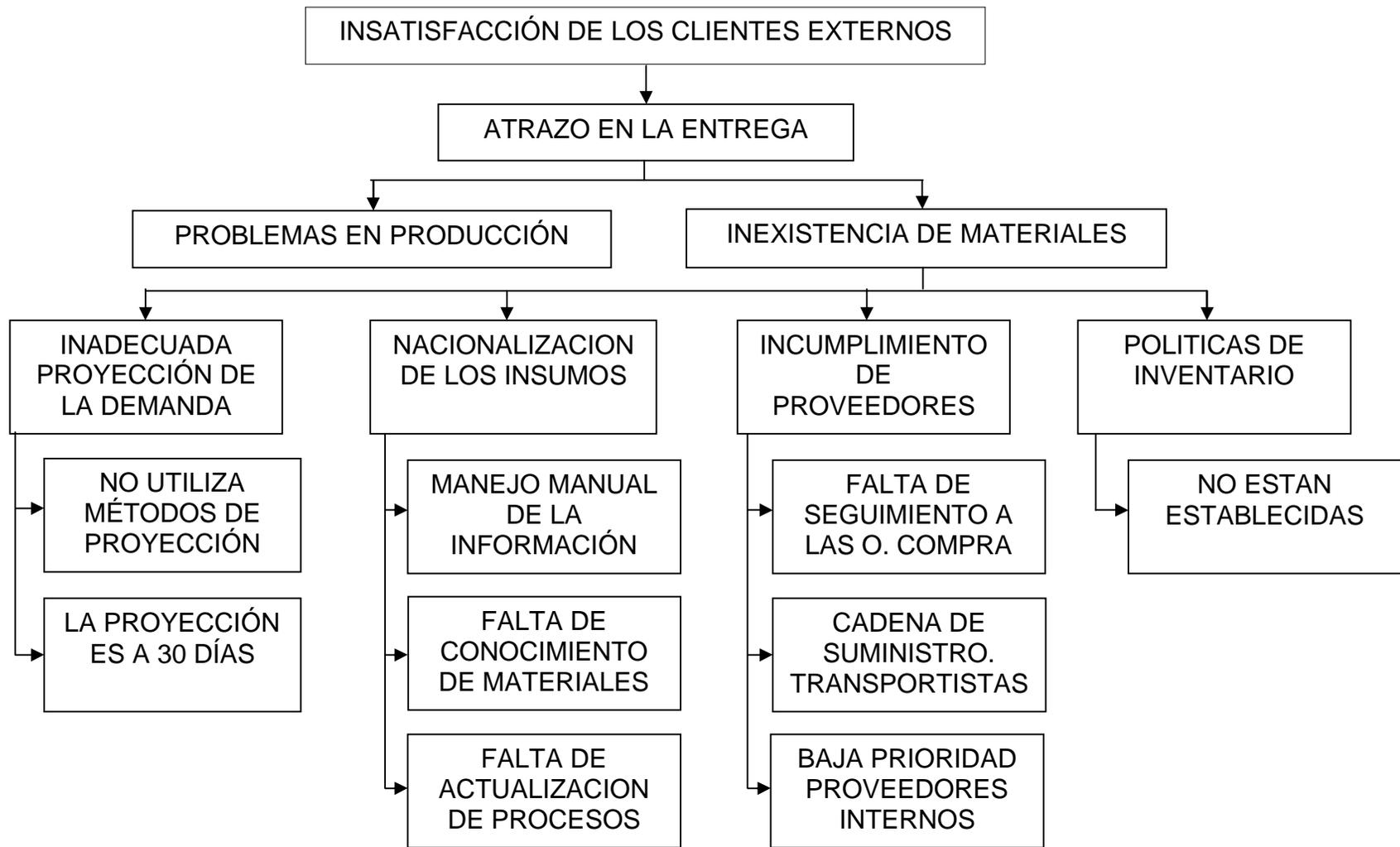
3. Incumplimiento de Proveedores: Por otra parte, encontramos que una de las razones por las cuales los proveedores incumplen los tiempos de entrega, es que la cadena de suministros tiene una debilidad en los transportistas de los mismos, sin embargo la falta de comunicación permite, que la falla de este elemento de la cadena afecte notablemente en el cumplimiento de los pedidos de los clientes de Tenaris-Tubocaribe. Estos retrasos en las entregas varían entre 45 y 65 días.

Aunque, Tenaris-Tubocaribe tiene proveedores que pertenecen al mismo grupo económico, existe una baja prioridad por parte de los mismos, en cuanto al cumplimiento de las órdenes de compra.

Pero, todo el incumplimiento por parte de proveedores tanto internos como externos del grupo, radica en que no existe un seguimiento a las órdenes de compra. Indagando al personal, nos enteramos que el “seguimiento a las ordenes de compra se hace cuando se acuerdan”.

4. Políticas de Inventario: Partiendo de la primera observación (inadecuada proyección de la demanda), tenemos como consecuencia que Tenaris-Tubocaribe no tiene unas políticas de inventario establecidas. Durante el desarrollo de la monografía hemos descrito procedimientos de compras, manejo y almacenamiento de materiales (capítulo 5, 6, 7, 8 y 9), sin embargo, no está establecido un ciclo de pedidos o nivel de rotación de inventarios de materias primas e insumos especiales.

El resumen de éste análisis se muestra en el siguiente diagrama:



11. PROPUESTAS DE MEJORA A LAS CAUSAS RAÍCES ENCONTRADAS

A continuación, plantearemos propuestas a cada una de las problemáticas determinadas.

11.1. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

Dado que la demanda proviene de dos fuentes, los clientes regulares que colocan los pedidos con un tiempo programado y los clientes atípicos que emiten demandas aleatorias (pedidos con inconvenientes de materiales a tiempo para producción), es posible proyectar la demanda, recuperando datos históricos de éstos pedidos atípicos.

Sin embargo, la demanda debe ser proyectada a un período de 3 a 4 meses, a fin de garantizar la disponibilidad de los insumos, puesto que, el cumplimiento de los proveedores es de 45 a 60 días. Ésta proyección debe ser revisada mensualmente, a fin de realizar los ajustes necesarios de acuerdo a la variación.

Sugerimos además, la implementación de un sistema computarizado de planeación avanzado, por ejemplo, la Planeación de los Requerimientos de Materiales, denominada MRP, puesto que éste sistema, crea programas que identifican las partes y los materiales específicos requeridos para producir artículos finales en que los pedidos de esos materiales se deben expedir y recibir o completar dentro del ciclo de producción.¹⁰

11.2. NACIONALIZACION DE LOS INSUMOS

Establecer procedimientos de nacionalización que permita identificar las funciones y responsabilidades de las personas a cargo y determinar las fallas del subsistema a fin de actualizar el desarrollo de las tareas.

Capacitar a las personas del área sobre la actividad económica de la empresa para que estas puedan establecer prioridades entre los diferentes

¹⁰ Richard Chase, Nicholas Aquilano, Robert Jacobs, Administración de producción y operaciones. Ed. Mc Graw Hill. 8 ed. 2000, p 631

materiales, insumos, partes y repuestos, que se están solicitando, e interpretar el impacto que genera el retraso de cada uno de ellos, así mismo, sugerimos la implementación de un software que permita agilizar el desarrollo de los procedimientos a las personas del área.

11.3. INCUMPLIMIENTO POR PARTE DE LOS PROVEEDORES

Establecer un programa de seguimiento a los proveedores, a fin de detectar a tiempo cuándo el proveedor empieza a fallar y hacer un análisis del por qué ocurre esta falla. De esta manera es posible evaluar a los proveedores y revisar si, económicamente es viable mantener la relación con los mismos. Es claro que es el comprador el responsable de saber que pasa con su pedido.

Sugerimos, fortalecer el flujo de comunicación con los proveedores, a fin de solidificar la cadena de suministro y garantizar una respuesta confiable y oportuna por parte de todos los que intervienen en el funcionamiento de la

cadena de suministro. Recordemos que la formación y mantenimiento de la cadena de suministros permite disminuir la incertidumbre, los riesgos que de ésta se desprenden, mantener un buen impacto en el manejo y control de los inventarios, disminuir los tiempos de ejecución de cada subproceso y desde luego, mejorar los niveles de servicio al cliente final es necesario mantener una cadena de suministros.

11.4. POLÍTICAS DE INVENTARIO

Planteamos que a partir de los datos históricos se determine la metodología adecuada para la estimación de Insumos especiales a consumir en una demanda de pedidos atípica, de modo que se pueda establecer unas políticas de inventario.

En el capítulo 12, realizaremos un análisis estadístico de la demanda y mediante los resultados obtenidos, propondremos el método que mas se ajusta para la determinación de un sistema de inventario.

12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA DEMANDA

Como se mencionó en el aparte 11.1., la demanda de Tenaris-Tubocaribe, tiene 2 fuentes de alimentación:

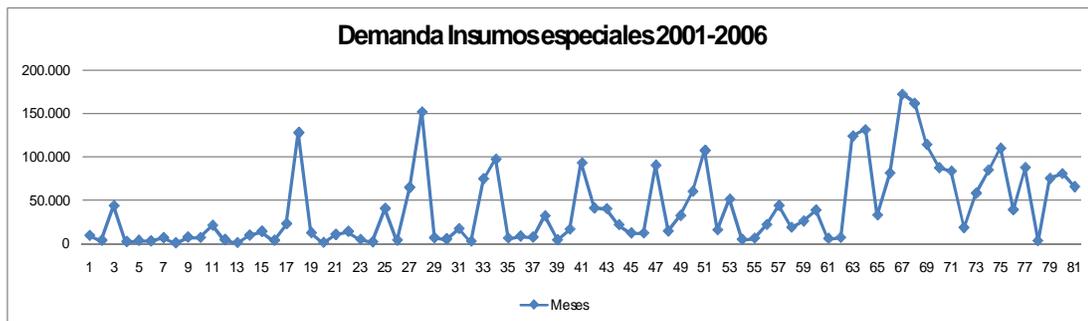
1. Clientes fijos, los cuales se encuentran en los Estados Unidos. Estas demandas se establecen desde el año inmediatamente anterior y se programan para la producción de todo el año. Para cumplir con estos pedidos, se mantienen programaciones de compras a los proveedores, con la suficiente anterioridad y el compromiso respectivo para garantizar el suministro a producción.
2. Clientes atípicos, corresponde a clientes diferentes a los programados anualmente. Este tipo de clientes se encuentran ubicados en Suramérica y en la ciudad de Cartagena.

Dado que la demanda de clientes fijos, es programable, se puede establecer como una demanda determinística, y la empresa tiene estrategias claras para cumplir, sin contratiempos; por lo tanto no serán objeto de estudio. Por otra parte, los pedidos atípicos, no poseen programación, ni proyección, y causan

traumatismos, y conllevan el desarrollo de toda la función compras en los menores tiempos posibles, con el fin de cumplir a estos clientes.

El Anexo D resume los tipos de tubos requeridos por los clientes atípicos, relacionados por meses y años, de acuerdo a las referencias utilizadas.

El siguiente gráfico, resume el comportamiento de la demanda desde enero de 2001, hasta el mes de diciembre del año 2006.



Al realizar el análisis del comportamiento de la tendencia de la demanda de los clientes atípicos, encontramos que durante los 15 primeros meses, se manejaban valores entre los 2.000 y 13.000 unidades demandadas mensualmente, salvo 2 meses que alcanzan valores fuera de lo normal de esta tendencia de 40.000 y 127.000 unidades demandadas.

A partir del mes 16, la demanda se vuelve más dinámica, haciendo que las unidades demandadas ya no sean tan estables, y se marquen picos más altos. Estos cambios de la demanda dentro de este período, no corresponden a una tendencia cíclica, y se asocian netamente a comportamientos del mercado.

Los cambios en la parte administrativa que ha sufrido la organización hasta llegar a lo que es hoy Tenarias-tubocaribe, comienzan en octubre de 2005, cuando la multinacional Maverick adquiere la empresa, luego en junio de 2006 con la adquisición por parte de Tenaris. Estas fechas equivalen a los meses 57 y 65 de la gráfica presentada.

Como se puede apreciar, los cambios significativos en el comportamiento de la demanda, se dan alrededor del mes 33, y del mes 62, podemos concluir que el comportamiento de la demanda, ha sido independiente de los cambios administrativos que ha tenido la organización, y que estos obedecen más a tendencias del mercado de las industrias petroleras, quienes son los principales clientes.

Además, se puede notar en la gráfica que la demanda está aumentando, pero este aumento no se da con la suficiente rapidez para relacionarlo con un crecimiento exponencial, también notamos que, los picos y valles que se

presentan son muy irregulares y faltos de continuidad, por lo cual se descarta una tendencia cíclica en la demanda.

Dado los anteriores argumentos, descartamos la regresión lineal simple como método para hacer proyecciones, ya que esta línea de regresión sería muy paralela al eje del tiempo, y el error de estimación, sería muy amplio en los meses finales, así como también, descartamos métodos de proyecciones cíclicas como el método de Winter o modelos de regresión causal, puesto que no se identifican tendencias cíclicas que puedan asociarse con factores externos.

Para este caso, utilizaremos los promedios móviles, ya que estos relacionan las demandas presentadas en meses inmediatamente anteriores con las proyecciones a realizar, haciendo que estas no correspondan a tendencias inexistentes, si no, a comportamientos ligados a los acontecimientos últimos de las fluctuaciones.

Para determinar el número adecuado de meses para realizar la proyección, utilizamos los indicadores de Desviación Media Absoluta (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{n}; \text{ y de señal de rastreo (TS) } TS = \frac{RSFE}{MAD}.$$

Para efectos de la simulación, se dividieron los pedidos especiales en 2 familias: TUBING y CASING. La familia TUBING, le corresponden las referencias de 2 3/8", 2 7/8" y 3 1/2", y la familia de CASING está conformada por las referencias de 4 1/2", 5 1/2" y 7".

La tablas 3 y 4 resumen los resultados obtenidos de las proyecciones realizadas de los 6 últimos meses de los cuales se posee información de las Familias TUBING y CASING respectivamente. Esto con el fin de ajustar el modelo de proyecciones al más adecuado, para luego hacer las referentes a periodos desconocidos.

*5 periodos								
Mes	Proyeccion	Real	Desviación	RSFE	Desviación Absoluta	Suma de las Desviaciones Absolutas	MAD	TS
1	54847	30142	-24705	-24705	24705	24.705	24705	-1
2	53232	85019	31787	7082	31787	56.492	28246	0
3	61501	889	-60612	-53529	60612	117.103	39034	-1
4	64950	72116	7166	-46363	7166	124.270	31067	-1
5	64017	63652	-365	-46727	365	124.634	24927	-2
6	59709	64716	5007	-41721	5007	129.641	21607	-2

*10 periodos								
Mes	Proyeccion	Real	Desviación	RSFE	Desviación Absoluta	Suma de las Desviaciones Absolutas	MAD	TS
1	81807	30142	-51665	-51665	51665	51.665	51665	-1
2	83235	85019	1784	-49881	1784	53.450	26725	-2
3	75371	889	-74482	-124363	74482	127.932	42644	-3
4	67099	72116	5017	-119346	5017	132.949	33237	-4
5	64948	63652	-1296	-120642	1296	134.246	26849	-4
6	64669	64716	47	-120596	47	134.292	22382	-5

*15 periodos								
Mes	Proyeccion	Real	Desviación	RSFE	Desviación Absoluta	Suma de las Desviaciones Absolutas	MAD	TS
1	66534	30142	-36392	-36392	36392	36.392	36392	-1
2	70835	85019	14184	-22208	14184	50.576	25288	-1
3	75304	889	-74415	-96623	74415	124.991	41664	-2
4	75086	72116	-2970	-99593	2970	127.961	31990	-3
5	75486	63652	-11834	-111428	11834	139.796	27959	-4
6	78755	64716	-14039	-125466	14039	153.834	25639	-5

Tabla 3. Proyecciones de la demanda Familia TUBING

*5 periodos								
Mes	Proyeccion	Real	Desviación	RSFE	Desviación Absoluta	Suma de las Desviaciones Absolutas	MAD	TS
1	15973	8671	-7302	-7302	7302	7.302	7302	-1
2	15060	2541	-12519	-19821	12519	19.821	9911	-2
3	16810	2021	-14789	-34611	14789	34.611	11537	-3
4	17452	2886	-14566	-49177	14566	49.177	12294	-4
5	17922	16896	-1026	-50203	1026	50.203	10041	-5
6	16644	735	-15909	-66111	15909	66.111	11019	-6

*10 periodos								
Mes	Proyeccion	Real	Desviación	RSFE	Desviación Absoluta	Suma de las Desviaciones Absolutas	MAD	TS
1	15308	8671	-6637	-6637	6637	6.637	6637	-1
2	15461	2541	-12920	-19557	12920	19.557	9778	-2
3	15956	2021	-13935	-33491	13935	33.491	11164	-3
4	17176	2886	-14290	-47781	14290	47.781	11945	-4
5	16331	16896	565	-47216	565	48.346	9669	-5
6	16010	735	-15275	-62490	15275	63.621	10603	-6

*15 periodos								
Mes	Proyeccion	Real	Desviación	RSFE	Desviación Absoluta	Suma de las Desviaciones Absolutas	MAD	TS
1	18209	8671	-9538	-9538	9538	9.538	9538	-1
2	19191	2541	-16650	-26188	16650	26.188	13094	-2
3	20284	2021	-18263	-44450	18263	44.450	14817	-3
4	18610	2886	-15724	-60175	15724	60.175	15044	-4
5	15699	16896	1197	-58978	1197	61.371	12274	-5
6	16338	735	-15603	-74581	15603	76.975	12829	-6

Tabla 4. Proyecciones de la demanda Familia CASING

Se concluye que para el caso de la familia de TUBING, lo más recomendable es utilizar periodos de 5 meses, ya que esta proyección muestra menores valores de DMA, al igual que valores muy pequeños de TS. Es importante anotar que aunque la señal de rastreo es relativamente baja, es de tipo negativa, esto quiere decir que estamos sub estimando la demanda, pudiendo incurrir en costos de no cumplimiento con el cliente.

Para la familia CASING, no se evidencia mucha diferencia entre los tres grupos de periodos escogidos para pronosticar la demanda. Para suplir esto, utilizaremos el menor, ya que se evidencia una tendencia a la disminución de la demanda, que se encuentra reflejado en los últimos meses. Se recomienda, repetir el ejercicio para la familia de CASING, a fin de ajustar el modelo de proyecciones en el menor tiempo posible.

Las proyecciones para los próximos 6 meses se muestran en la tabla No. 5.

PROYECCIONES		
MES	TUBING	CASING
nov-07	57278	5016
dic-07	51730	5511
ene-08	61899	6209
feb-08	59855	6873
mar-08	59096	4869
abr-08	57972	5695

Tabla 5. Proyecciones a 6 meses para las familias TUBING y CASING

13.MODELO DE SIMULACIÓN PARA EL MANEJO DE INVENTARIOS DE INSUMOS ESPECIALES

13.1. OBJETIVOS DE SIMULACION

- Construir un modelo que permita establecer las condiciones necesarias para el manejo de inventario de insumos especiales, que relacione las llegadas de acoples y protectores de tuberías, con los niveles de Stock que se deben manejar, y los tiempos de elaboración de los productos, con el fin de cumplir con los tiempos pactados de entrega.
- Establecer las condiciones actuales del manejo de los insumos especiales para la producción, y evaluar propuestas de mejora de las diferentes problemáticas identificadas anteriormente, que permita mejorar o disminuir el impacto de las dichas condiciones.
- Construir un modelo de simulación suficientemente flexible, que permita ser alimentado y actualizado por parte de la empresa Tenaris–Tubocaribe, con el fin de hacerlo aplicable a la organización y utilizarlo como herramienta para la toma de decisiones.

13.2. RESTRICCIONES DEL MODELO

Las limitaciones del modelo de simulación se centran en la información obtenida para el pronóstico de demanda. Esta demanda, como se demostró en el capítulo 12, ha sido muy variable en los últimos 24 meses, y no ha sido dependiente a cambios importantes en la organización. Sin embargo, con la información que se obtuvo, se realizaron proyecciones de demanda que arrojaron índices favorables para una proyección utilizando promedios móviles.

El modelo de simulación, es complementario con las proyecciones estadística realizadas. La fortaleza del modelo es la capacidad de ir actualizándose, mientras se da una estabilidad en la demanda de productos que permita hacer proyecciones más certeras en un intervalo de tiempo más amplio.

La información requerida ha sido suministrada por parte de Tenaris-Tubocaribe. Esto permite construir el modelo dentro de las restricciones dadas, pero sin problemas en su desarrollo. Cabe resaltar que, esta información se encontraba en la base de datos de la organización y no había sido requerida anteriormente.

No se identificaron restricciones de tipo económica, ya que los gastos de mayor relevancia, (que son los de la utilización de un software registrado), se suplen con la utilización de la versión académica de PROMODEL®, la cual fue dispuesta por la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO DE COMFENALCO. De igual manera, los desarrolladores del modelo son los miembros del trabajo de grado, haciendo que no sea necesaria la contratación de personal externo que maneje el programa.

El tiempo con que se contó para realizar la simulación, fue el suficiente, aproximadamente 3 meses, durante los cuales se fue construyendo el modelo, a medida que se recolectaba la información necesaria. El modelo queda planteado para que sea alimentado mensualmente, ya que se requerirían por lo menos 15 meses más para poder hacer pronósticos confiables.

Dada la urgencia de la organización por mejorar las condiciones del manejo de los insumos para pedidos especiales, se desarrolló el modelo para suplir esta falencia en el corto plazo, y hacer las proyecciones requeridas a mediano plazo.

Los equipos requeridos fueron computadores con capacidad para ejecutar la versión académica de PROMODEL®, y fueron suministrados por la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICO DE COMFENALCO.

13.3. ESPECIFICACIONES DEL MODELO

El modelo de simulación, encierra tres procesos fundamentales: suministro de los proveedores, manejo de inventarios de acoples y protectores, y producción.

Para la primera etapa de suministro de proveedores, se establece un tiempo determinístico de 2 meses para la llegada de los suministros como es pactado con el proveedor. Estas llegadas se ven atrasadas por diferentes situaciones que se pueden presentar. A la fecha, no se llevan registros ni seguimientos por parte de Tenaris-Tubocaribe del historial de estos retrasos.

Es importante anotar que el estado de las órdenes de compra en un determinado momento, es fácil de obtener, permitiendo así conocer a la fecha qué pedidos están por llegar, cuales llegaron, y cuales se encuentran retrasados. Pero esta información no queda almacenada, lo cual impide tener

certeza del comportamiento de los retrasos en la entrega de suministros. Para llevar esto a la simulación, se plantearan diferentes escenarios con los posibles comportamientos de los proveedores respecto a la llegada de los materiales.

Por otra parte, no existe un stock de acoples o protectores para pedidos atípicos. Cuando el cliente hace un pedido, se pacta el tiempo de entrega del producto, teniendo en cuenta los 2 meses establecidos por el proveedor para la llegada de los insumos. El inventario se genera cuando el material queda esperando para ser incluido en la producción, es decir, que ya tiene destinada su utilización en el corto plazo. Pero nunca se hacen inventarios, con el fin de minimizar el impacto de las fluctuaciones en la demanda.

Por último, la parte de producción, está fuera del alcance del estudio que se realiza, por tal motivo solo se toma como referencia para establecer la fecha de terminación de las órdenes de trabajo; para esto se establecieron tiempos determinístico de producción, para las dos familias de productos.

Cualquier referencia de la familia TUBING, puede ser procesada a razón de 3000 unidades por día y cualquier referencia de la familia CASING, se establece una capacidad de 600 unidades diarias.

El nivel de detalle es bajo, es decir, no se requirió de computadoras de última generación, ya que solo se quiere recrear tres etapas de un proceso que en realidad es mucho más complejo, pero que para efectos de este estudio son suficientes para cumplir los objetivos trazados. No se incluyeron gráficas, tampoco planos; ni detalles de procedimientos, lo cual no lleva a un nivel de detalle justo para lograr los objetivos trazados.

El grado de exactitud del modelo hace referencia a días, que es el parámetro con el cual está construido el modelo. Esto por que las llegadas de los insumos y la puesta en planta para su procesamiento, no son tareas que tarden minutos, por el contrario, son actividades que toman mucho tiempo que se relacionan en muchas ocasiones a más de 24 horas.

13.4. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

- **LOCACIONES:** Se establecieron 5 locaciones: proveedores, materias primas, stock de insumos especiales, plantas de producción y producto terminado.

La locación correspondiente a proveedores, posee los insumos especiales que son requeridos para el proceso. Estos en el proceso real, son enviados a la empresa y almacenados. Para efectos de simulación, estos llegarán a la locación llamada Stock, que hará en la recreación de la situación actual el lugar de almacenamiento, y para la evaluación de propuestas de mejoras, locación donde se almacenarían los inventarios de Insumos especiales.

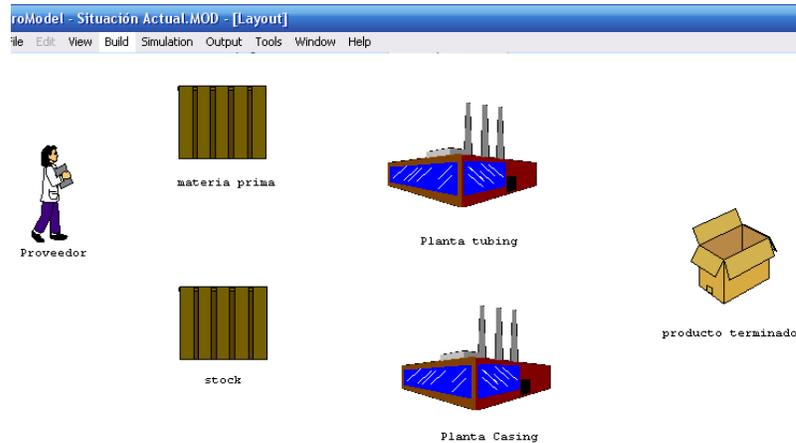
La locación de materias primas, es la que provee a las plantas de las películas con las cuales se elaboran los tubos, la función de esta locación, tanto en las condiciones reales, como en las referentes al modelo, es la de garantizar la provisión de materias primas para la producción. Para efectos de simulación, esta locación tendrá capacidad para suministrar las materias primas necesarias, y no puede considerarse como una restricción del sistema.

La locación de Stock, se conoce actualmente como el lugar donde se almacenan los insumos especiales, con el fin de protegerlos de la intemperie, antes de entrar a producción. Esta locación en el modelo que recrea la situación actual, tiene esta función específica. Esta locación, marca la restricción del sistema, ya que será quien marque los ritmos de producción. Para los modelos de evaluación de propuestas de mejoras,

esta locación toma otra connotación, ya que en esta se mantendrán los niveles de inventarios que permitirán darle continuidad a la producción y quedar a la espera de la entrega de los pedidos por parte de los proveedores. Con base a esta se logra establecer el impacto en cuanto a los tiempos de entrega de adoptar una política de mantenimiento de inventarios, o continuar trabajando con una política de cero inventarios.

Las locaciones de las Plantas de producción, hacen referencia a las naves en las cuales se elaboran los tubos. Los procesos actuales son mucho más complejos que los que se presentan en el modelo, pero estas, no son objeto de estudio, por tal motivo, se establecen capacidades de procesamiento determinístico y especificadas según la familia de los tubos que se procesan. En esta locación se unen y transforman los insumos especiales, y las materias primas. Las unidades de producción se bloquean hasta que lleguen los insumos especiales.

La locación de producto terminado, se refiere al lugar donde llegan los tubos terminados. Esta locación marca el final de proceso simulado y se tiene solo como referencia. En esta locación se establece la salida (exit en el modelo de simulación), señalando el final de la simulación al llegar allí la última pieza en el sistema. La gráfica 2 muestra la distribución de las locaciones en el modelo de simulación (Layout)



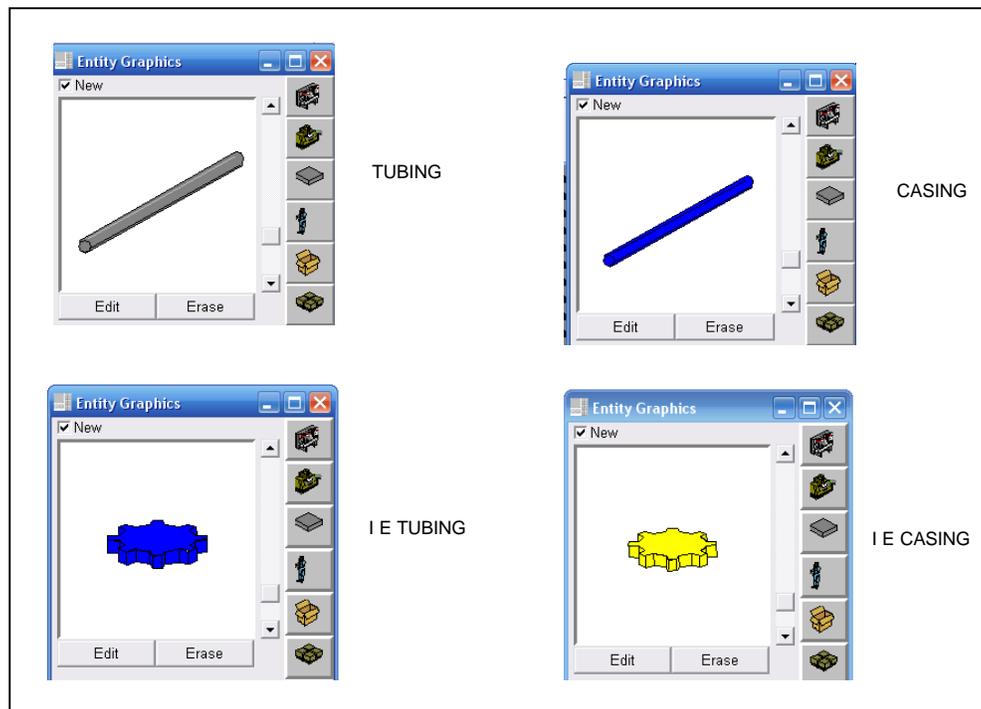
Gráfica 2. Distribución de las locaciones

- **ENTIDADES:** En la realidad existen 15 referencias diferentes de tipos de tubos, clasificados según su diámetro, y para cada uno de estos, un juego diferentes de acoples y protectores, esto nos daría un total de 45 artículos diferentes. Para efectos de simulación estos artículos fueron agrupados en 4 entidades, según el procesamiento que tiene cada uno y los tiempos de operación.

La primera entidad es la familia de tubos TUBING, y la segunda entidad es la familia de tubos CASING. Estas fueron agrupadas así por que toma el mismo tiempo la elaboración de cada uno. La tercera y cuarta entidad son la de los insumos especiales, dado que estos llegan por paquetes

para cada tubo, se puede establecer como una sola entidad que incluya acoples y protectores, y se establece una para cada familia de tubos.

Los insumos especiales, comienzan su proceso desde la locación llamada Proveedores, mientras que las entidades TUBING Y CASING, lo comienzan desde la locación llamada Materias Primas. La gráfica 3 nos muestra como son representados en el modelo de simulación.



Gráfica 3. Entidades utilizadas en el modelo

- **ARRIBOS:** Las llegadas de las materias primas y de los insumos especiales se dan según la demanda actual. La materia prima, llega cada vez que es necesaria, simulando que siempre está disponible, como ocurre en la realidad. Los insumos especiales, también llegan cuando son requeridos, pero estos llegan al proveedor, muy diferente a las materias primas, puesto que llegan directo al almacén de materias primas de la empresa.

Al llegar los insumos especiales del proveedor, estos se agrupan según el tamaño del pedido que corresponda a cualquiera de los tres meses que se están simulando. Luego de estar agrupados, deben esperar 60 días, lo cual equivale al tiempo establecido por los proveedores para entregar los insumos a la empresa (tiempo de entrega suministrado por el jefe de compras, que previamente se establece con el proveedor en el momento de colocar la orden de compra). El 40% de los insumos, llega a los 60 días a la locación Stock de la empresa, iniciando los procesos de producción inmediatamente, un 20% debe esperar 15 días más, otro 20% debe esperar 30 días más y el 20% final debe esperar 40 días más (datos estimados a través de la metodología DELPHI, en la reunión con los representantes de las áreas involucradas citadas en el resumen de la

monografía). Esto equivale a una distribución de incumplimiento de los tiempos de entrega por parte de los proveedores.

Aunque no se poseen datos concretos que permitan establecer una distribución de los tiempos de retraso por parte de los proveedores, esta distribución fue establecida en conjunto con el departamento de compras, permitiendo así, acercarse a la realidad.

- **VARIABLES Y ATRIBUTOS:** Las variables planteadas para el modelo son:
 1. Pedido: variable utilizada para contabilizar los pedidos que son entregados por el proveedor. Esta variable se utiliza para evitar que materiales correspondientes a una orden de trabajo, se mezcle con otra orden. Esta variable no tiene incidencia en ninguna medida o función de desempeño del modelo.
 2. Aleatorio: Esta variable se utiliza para asignar los tiempos de incumplimiento del proveedor. Esta variable en su operación, corresponde a una distribución discreta de tipo uniforme con valores entre 1 y 5. Con estos valores aleatorios, se asignan las probabilidades de que un proveedor entregue a tiempo, o con retraso

de 15, 30 ó 40 días. Esta variable no tiene incidencia en ninguna medida o función de desempeño del modelo.

3. Entrega: Cuando se quiere contabilizar los pedidos que se han terminado, utilizamos esta variable, permitiendo así, asignar las cantidades de productos terminados que corresponderían a cada orden de producción cumplida. Esta variable no tiene incidencia en ninguna medida o función de desempeño del modelo.
4. Tc: el significado de esta variables es Tiempo de Ciclo, y corresponde al tiempo que transcurre entre la emisión de la orden de pedido al proveedor y la terminación de la orden de producción correspondiente. Esta es una medida de desempeño del sistema y es utilizada como indicador de mejora, ya que si esta se logra disminuir, tendríamos menores tiempos de entrega a los clientes.
5. Wip Stock: el significado de esta variable es Piezas en Proceso, y corresponde a todas las unidades que se encuentran en la locación Stock. Aunque esta variable no se tiene en cuenta en el desarrollo real de las actividades de la empresa, y se mantiene en niveles “manejables”, para las propuestas y escenarios que se quieren evaluar, cobra mucha importancia y se convierte en una medida de desempeño del sistema.

Por otra parte, se define un solo atributo y es “llegada ie” que corresponde a llegada de Insumos Especiales. Este atributo se utiliza para marcar la hora en la que se coloca al proveedor la orden de compra, y es utilizado al final del proceso para calcular el tiempo que transcurrió desde la colocación del pedido hasta que fue terminado por los procesos de la empresa. Este atributo es necesario para poder determinar los valores de la variable Tiempo de Ciclo (Tc), la cual es una medida de desempeño del sistema.

- **NÚMERO DE REPLICAS:** Para determinar el número de replicas que deben aplicarse, se utiliza el tiempo de ciclo como estimador del tiempo total de procesamiento de un pedido.

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra a utilizar es: $n = \frac{\sigma^2}{\epsilon^2} Z_{\alpha/2}^2$

Al realizar la primera corrida de la situación actual se realizaron 50 replicas, las cuales se asumen como la premuestra para el cálculo del tamaño de la muestra. Al reemplazar los valores de desviación estándar de 0.5 meses, error máximo admitido del 6%, y el nivel de confiabilidad de 95%, el tamaño de la muestra requerido es de 187 replicas. Este número de replicas por efectos de simulación se aproximan a 200.

13.5. SITUACION ACTUAL

La situación actual se describe a partir de los siguientes parámetros:

- Los proveedores tiene un tiempo de entrega semi-probabilístico, ya que posee una parte determinística que es de 2 meses para la entrega, y una parte probabilística que cuya distribución es: 40% de los proveedores no tienen retrasos en la entrega; 20% tiene retraso de 15 días; 20% tienen retraso de 30 días; y 20% tienen retraso de 40 días. La materia prima siempre está disponible, debido a muy buenas relaciones con el proveedor de estas, y políticas adecuadas de manejo de inventarios con respecto a este ítem.
- Los insumos especiales son solicitados mensualmente al proveedor, y no se acumulan inventario de estos productos. La disposición de estos insumos, está determinada por el cumplimiento que tengan los proveedores.
- Las capacidades de producción de las plantas TUBING y CASING, son de 3000 y 600 tubos diarios respectivamente. Para efectos de simulación se coloca que el tiempo de operación para cada tubo es de 1 día.

- No se establecen tiempo de movimientos, ya que los que podrían influir en los resultados de las medidas de desempeño del sistema, que son los referentes a movimiento de los insumos especiales del lugar de almacenamiento a la planta, y el movimiento del producto terminado de la planta al lugar de almacenamiento, se dan en paralelo a la producción, es decir mientras se esta produciendo, se están transportando lo que ya fueron terminados. En este caso, solamente los tiempos de movimiento del primer insumo especial y del último producto terminado, deberían tener incidencia en el modelo, pero estos tiempos no logran ser mayores de 10 minutos cada uno, así que este es absorbido por el grado de exactitud del modelo y no es significativo frente a un tiempo de simulación de 3 meses en el escenario más corto.
- El proceso se clasifica como no terminal, dado que la planta produce a turnos seguidos y el proceso no para. Sin embargo, para efecto de simulación se realizara una de tipo terminal, que tendrá duración del procesamiento de materias primas para suplir la demanda de 3 meses. Los meses utilizados para colocar la demanda fueron Agosto, Septiembre y Octubre de 2007.

13.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA SITUACIÓN

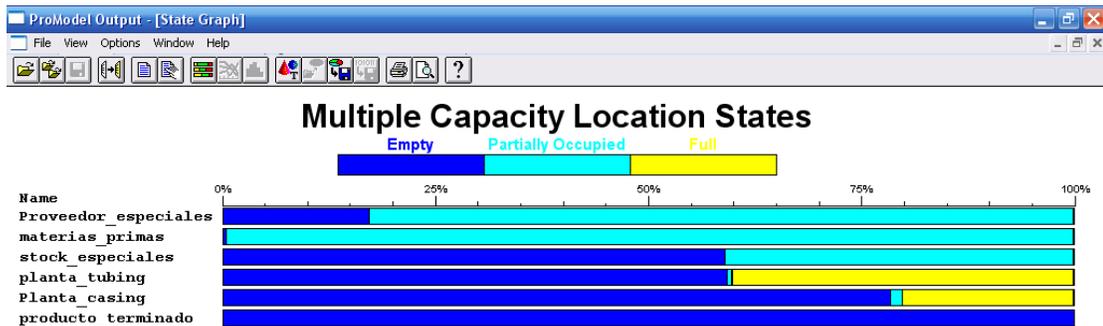
ACTUAL

- LOCACIONES

Location / Name	Scheduled Hours	Capacity	Total Entries	Average Days Per Entry	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% util	
Proveedor especiales	3989.16	4000	2205	76.83	1017.43	2205	0	25.44	(Average)
Proveedor especiales	341.66	0	0	10.44	86.04	0	0	2.15	(Std. Dev.)
materias primas	3989.16	4000	2205	91.20	1208.8	2205	0	30.22	(Average)
materias primas	341.66	0	0	12.38	112.82	0	0	2.82	(Std. Dev.)
stock especiales	3989.16	4000	3	27.08	0.49	1.73	0	0.01	(Average)
stock especiales	341.66	0	0	3.94	0.07	0.57	0	0.00	(Std. Dev.)
planta tubing	3989.16	30	2000	1.00	12.12	30	0	40.40	(Average)
planta tubing	341.66	0	0	0.00	1.04	0	0	3.50	(Std. Dev.)
Planta casing	3989.16	6	205	1.00	1.24	6	0	20.71	(Average)
Planta casing	341.66	0	0	0.00	0.10	0	0	1.79	(Std. Dev.)
producto terminado	3989.16	4000	2205	0.00	0	1	0	0.00	(Average)
producto terminado	341.66	0	0	0.00	0	0	0	0.00	(Std. Dev.)

Tabla 6. Locaciones del modelo situación actual

Las locaciones en este modelo poseen la capacidad suficiente para absorber las variaciones que tengan los proveedores en cuanto a la entrega de materiales.



Gráfica 4. Estado de locaciones de capacidad múltiple. Modelo Situación Actual

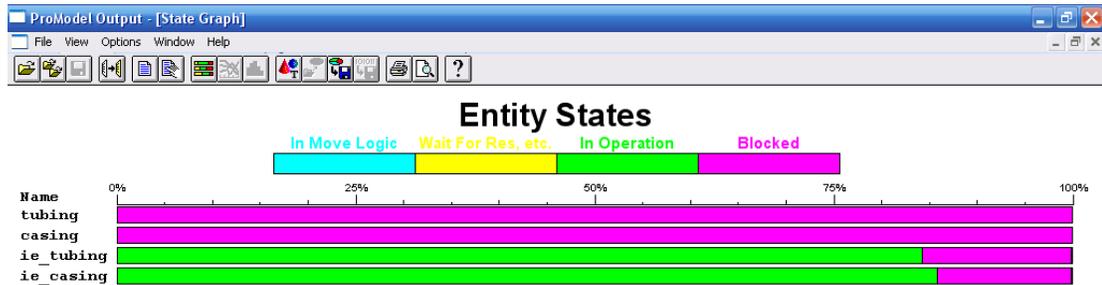
En la gráfica 4 se aprecia que la planta de TUBING, posee el mayor porcentaje de ocupación, seguido por la planta de CASING. Las demás locaciones se encuentran parcial o totalmente desocupadas, como es el caso de la locación “producto terminado”, en la cual el producto final está muy poco tiempo y sale del sistema.

Las estaciones de proveedores y de materias primas, se mantienen parcialmente ocupadas, esto debido a que materias primas, debe garantizar el suministro continuo de materiales a producción, y lo hace por medio del almacenamiento de inventarios. La locación proveedor se encuentra parcialmente ocupado dado que se están produciendo y enviando los pedidos requeridos durante la mayor parte del tiempo de la corrida.

- ENTIDADES

Entity / Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Days In System	Average Days in Move Logic	Average Days Wait for Res, etc	Average Days In Operation	Average Days Blocked	% Blocked	
tubing	2000	0	91.44	0.00	0.00	0.00	91.44	100.00	(Average)
tubing	0	0	12.41	0.00	0.00	0.00	12.41	0.00	(Std. Dev.)
casing	205	0	88.85	0.00	0.00	0.00	88.85	100.00	(Average)
casing	0	0	15.62	0.00	0.00	0.00	15.62	0.00	(Std. Dev.)
ie tubing	2000	0	92.44	0.00	0.00	77.86	14.57	15.67	(Average)
ie tubing	0	0	12.41	0.00	0.00	10.27	4.27	3.40	(Std. Dev.)
ie casing	205	0	89.85	0.00	0.00	77.49	12.36	14.12	(Average)
ie casing	0	0	15.62	0.00	0.00	15.60	1.38	2.66	(Std. Dev.)

Tabla 7. Entidades del modelo situación actual



Gráfica 5. Estado de las entidades. Modelo Situación actual

De acuerdo a la gráfica 5, podemos decir que las entidades correspondientes a materias primas, están la mayor parte del tiempo bloqueadas, debido a que, estas deben esperar la llegada de los insumos especiales y su duración en operación es muy corta, ya que solo tarda un día para ser procesado. El porcentaje bloqueo para las materias primas es de 100%, y el porcentaje en operación es del 0%, esto se debe a que la materia prima se mantiene la mayor parte del tiempo bloqueada esperando los insumos especiales, cuando por fin llegan los insumos, estos llegan a la planta y se juntan con los insumos especiales, cambiando así de nombre y no dejando registro de la operación.

Los insumos especiales, aparecen como los que tienen mayor tiempo de operación. Este tiempo corresponde realmente al tiempo que demora el proveedor en entregar los pedidos desde que se emite la orden de compra.

Es importante anotar que gran parte del tiempo que los insumos especiales aparecen en operación, corresponden al tiempo que están las materias primas bloqueadas, ya que el tiempo de operación real es igual tanto para insumos especiales como para materias primas.

- VARIABLES

Variable Name	Total Changes	Average Days Per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value	
tc*	2205	0.07	77.47	166.21	166.21	120.95	(Average)
tc*	0	0.00	16.63	14.23	14.23	12.38	(Std. Dev.)
wip stock*	4410	0.03	0	1085.19	0	481.99	(Average)
wip stock*	0	0.00	0	312.74	0	145.48	(Std. Dev.)

Tabla 8. Variables del modelo situación actual

La variable “Tc” corresponde al tiempo de ciclo que tiene cada pedido. Encontramos que el máximo valor corresponde a 5 meses y 16 días; podemos considerar este tiempo como el evento pesimista, donde los proveedores pudieron tener tiempos muy altos de atraso en la entrega. Este evento es desfavorable para la empresa ya que los tiempos de entrega para los clientes están determinados en 3 meses, lo cual genera un margen muy alto de incumplimiento reflejándose así mismo, en la insatisfacción de los mismos.

Por otra parte, encontramos un tiempo mínimo de ciclo de 2 meses y 17 días, este se da cuando el proveedor cumple con los 2 meses para la entrega de los insumos especiales, acompañado de una disponibilidad en planta para procesar materiales en 17 días.

El tiempo promedio para la entrega de un pedido a un cliente es de 4 meses, lo cual está 25% por encima de la capacidad nominal de la planta, es decir, el atraso en el cumplimiento por parte de los proveedores, realmente impacta a la empresa Tenaris-Tubocaribe, porque este tiempo está por fuera de la planeación, incluso de la programación de entrega de pedidos a sus clientes. Esto corrobora el seguimiento a los proveedores, planteado como propuesta de mejora en el aparte 11.3, ya que la capacidad de la planta se ve opacada ante el cliente por el incumplimiento que tienen los proveedores.

Aunque, en este modelo no se manejan stock de insumos especiales, el espacio físico de almacenamiento tiene una capacidad igual o superior a 108.500 juegos de acoples y protectores; este volumen de insumos almacenados corresponde al evento en que el atraso de un proveedor contrasta con el cumplimiento del proveedor del mes siguiente, haciendo que los dos pedidos se encuentren.

Lo anterior nos permite pensar en la alternativa de mantener un nivel de stock de insumos especiales, puesto que, es recomendable mantener un nivel de stock que permita mantener alimentada la planta y continuar haciendo los pedidos de insumos especiales mensualmente. Teniendo en cuenta que se deben dar las condiciones necesarias con los proveedores.

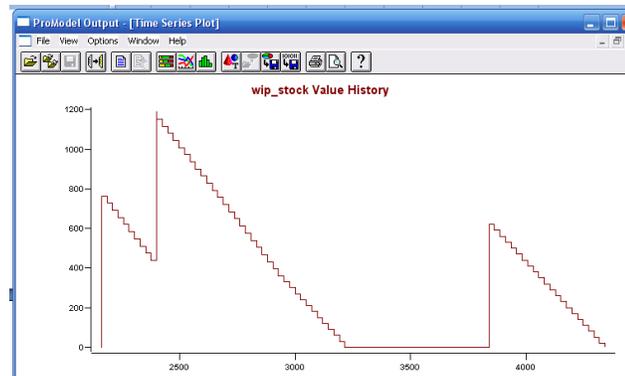


Gráfico 6. Comportamiento del Stock de IE modelo Situación actual

Este gráfico nos muestra lo que ocurrió en una de las replicas de la simulación. Se da una llegada de insumos especiales que dispara el nivel de inventarios (primera cresta). Este nivel baja rápidamente, hasta que se da la llegada del segundo pedido y nuevamente se disparan los inventarios (segunda cresta). Estos insumos son utilizados en producción, y a medida que esto se da, el nivel del inventario va disminuyendo, hasta llegar a cero (línea paralela y muy cercana al eje horizontal). Esta línea es interrumpida por la tercera cresta que significa la llegada del tercer pedido de materias

primas, esta crese disminuye hasta quedar sin materiales y terminar así la corrida de simulación.

Nótese la diferencia de las distancias que se dan entre la primera cresta y la segunda, y entre la segunda cresta y la tercera. Esto demuestra lo variable que son las entregas por parte de los proveedores, donde en cualquier momento se puede presentar un nivel alto de insumos en las instalaciones de la empresa, o un nivel tan bajo como para dejar de alimentar las plantas de producción.

- VALIDACIÓN DEL MODELO

Luego de concluir el modelo, se realizó nuevamente una reunión con los representantes de las áreas involucradas: JUAN AGUSTÍN, Director General Supply Chain Colombia; GLEWIN CASTRO, Analista de Programación Planta; MLADENS SKULITS, Coordinador de Planeación Planta; CESAR RAMOS, Analista de Programación Planta; SCARLYN ELEJALDE, Analista de Logística en Compras; a fin de evaluar los siguientes resultados:

- Tiempo promedio de entrega: $T_c = 4$ meses
- Tiempo máximo de entrega: $T_c \text{ máx.} = 5.56$ meses
- Tiempo mínimo de entrega: $T_c \text{ mín.} = 2.56$ meses

- Nivel máximo de insumos especiales: Wip máx = 107.000 juegos
- Porcentaje de espera de MP por IE: % Blocked: 97% Tubing, 94% Casing

La conclusión de la reunión fue, una aprobación unánime de los datos obtenidos del modelo, pese a la falta de información, control y seguimiento a los proveedores.

Con respecto a los porcentajes de utilización de las plantas TUBING y CASING, el grupo no estuvo de acuerdo, dado que estos porcentajes se estiman en margen del 80% y 60% respectivamente; mientras que el modelo muestra utilidades del 40% y 20% respectivamente. Este desacuerdo, se da porque en el modelo de simulación las plantas deben esperar la mayor parte del tiempo a la llegada de los insumos especiales. En la realidad, mientras se está esperando los insumos especiales de un pedido, la planta se encuentra procesando materiales de pedidos de meses anteriores, mostrando así en la realidad, mayor ocupación de la que el modelo muestra.

13.7. EJECUCIÓN DE EXPERIMENTOS

ESCENARIO 1: DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS DE INCUMPLIMIENTO DEL PROVEEDOR

En este escenario, el tiempo de ciclo será el parámetro para determinar la adecuación de las propuestas realizadas. El objetivo será la disminución de esta variable con el fin de aprovechar al máximo la capacidad instalada de la planta.

Se recomienda que la organización estime la relación costo-beneficio de comprar a proveedores que cumplan tiempos de entrega contra ofrecer mejores tiempos de entrega a los clientes.

- Escenario 1.1.: En este escenario el 60% de los proveedores cumplen con los 2 meses pactados para la entrega de insumos especiales; un 20% se retrasa 15 días y otro 20% se retrasa 30 días.

Variable Name	Total Changes	Average Days Per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value	
tc*	2205	0.07	69.77	155.5	155.5	111.61	(Average)
tc*	0	0.00	11.77	11.47	11.47	8.82	(Std. Dev.)
wip stock*	4410	0.03	0	999.20	0	441.56	(Average)
wip stock*	0	0.00	0	282.98	0	125.41	(Std. Dev.)

Tabla 9. Variables del escenario 1.1.

- Escenario 1.2.: En este escenario el 80% de los proveedores cumplen con los 2 meses pactados para la entrega de insumos especiales; solo un 20% se retrasa 15 días.

Variable Name	Total Changes	Average Days Per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value	
tc*	2205	0.06	64.22	145.55	145.55	103.96	(Average)
tc*	0	0.00	6.17	5.81	5.81	4.26	(Std. Dev.)
wip stock*	4410	0.03	0	839.89	0	372.87	(Average)
wip stock*	0	0.00	0	119.59	0	48.79	(Std. Dev.)

Tabla 10. Variables del escenario 1.2.

- Escenario 1.3.: Todos los proveedores cumplen con los 2 meses pactados para la entrega de insumos especiales.

Variable Name	Total Changes	Average Days Per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value	
tc*	2205	0.06	61	142	142	100.47	(Average)
tc*	0	0.00	0	0	0	1.42	(Std. Dev.)
wip stock*	4410	0.03	0	763	0	339.95	(Average)
wip stock*	0	0.00	0	0	0	8.54	(Std. Dev.)

Tabla 11. Variables del escenario 1.3.

En los escenarios planteados, se puede notar que el ajustar proveedores al cumplimiento de los tiempos de entrega, tendría una incidencia positiva en los tiempos del proceso. Sin embargo, para lograr una mejora significativa, que sería, pasar de un tiempo de ciclo de 120 días a uno de 100 días, se requeriría mucho trabajo y no solo involucraría a proveedores, también tocaría a toda la cadena de suministro, y técnicas más estrictas y costosas como el Justo a Tiempo.

Es importante para la organización reducir la variabilidad que tienen sus proveedores para la entrega. Esto permitiría tener mayor control sobre el proceso y daría mayor certeza para el cumplimiento de los pedidos al cliente. Pero al lograr esto, no tendrían gran incidencia en los tiempos promedios de

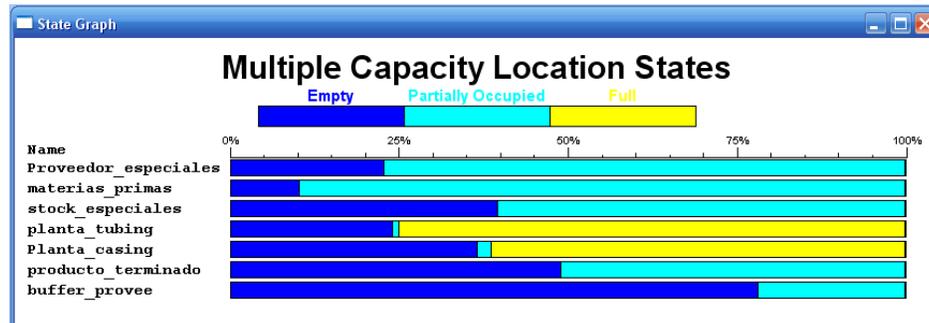
entrega ya que estos se marcan por los 2 meses que demora el transporte, más el tiempo que demore la producción.

ESCENARIO 2: UTILIZACIÓN DE NIVELES DE STOCK PARA IE.: Hacer un pedido para 2 meses proyectados

En este escenario, el tiempo de ciclo será el parámetro para determinar la adecuación de las propuestas realizadas, al igual que los niveles de inventarios de insumos especiales. El objetivo será la disminución de los tiempos de ciclo, buscando el punto mínimo de los niveles de inventarios.

Location / Name	Schedule d Hours	Capacity	Total Entries	Average Days Per Entry	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% util	
Proveedor especiales	2370.6	4000	657	76.77	506.80	657	0	12.67	(Average)
Proveedor especiales	387.56	0	0	16.14	23.84	0	0	0.60	(Std. Dev.)
materias primas	2370.6	4000	2205	15.72	342.97	763	0	8.57	(Average)
materias primas	387.56	0	0	4.81	49.85	0	0	1.25	(Std. Dev.)
stock especiales	2370.6	4000	1548	26.20	421.57	1512	0	10.54	(Average)
stock especiales	387.56	0	0	0.00	66.92	0	0	1.67	(Std. Dev.)
planta tubing	2370.6	30	2000	1.09	22.65	30	0	75.51	(Average)
planta tubing	387.56	0	0	0.00	3.59	0	0	11.99	(Std. Dev.)
Planta casing	2370.6	6	205	1.73	3.69	6	0	61.65	(Average)
Planta casing	387.56	0	0	0.00	0.58	0	0	9.79	(Std. Dev.)
producto terminado	2370.6	4000	2205	9.44	216.37	799	0	5.41	(Average)
producto terminado	387.56	0	0	0.00	34.35	0	0	0.86	(Std. Dev.)
buffer provee	2370.6	9000	1	21.00	0.21	1	0	0.00	(Average)
buffer provee	387.56	0	0	0.00	0.03	0	0	0.00	(Std. Dev.)

Tabla 12. Locaciones del modelo escenario 2.



Gráfica 7. Estado de locaciones de capacidad escenario 2.

Se logra identificar un aumento en la utilización de las plantas de TUBING y CASING, esto debido a que tienen materia prima e insumos especiales para trabajar durante los dos primeros meses de la simulación. De optarse por la aplicación de este escenario, sería necesario que se reprogramaran las programaciones de planta, ya que en la realidad actual de la empresa, los materiales que están siendo procesados en un mes, corresponden a pedidos de meses anteriores. Caso contrario a este modelo donde los pedidos de clientes se procesan durante el mismo mes.

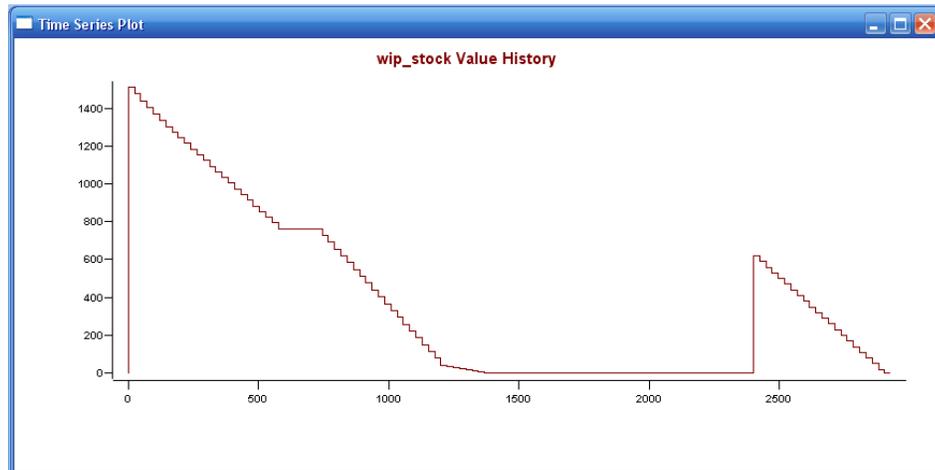
Variable Name	Total Changes	Average Days Per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value	
tc*	751	0.13	32	98.77	98.77	83.56	(Average)
tc*	0	0.02	0	16.14	16.14	14.12	(Std. Dev.)
wip stock*	4410	0.02	0	1512	0	491.41	(Average)
wip stock*	0	0.00	0	0	0	78.01	(Std. Dev.)

Tabla 13. Variables del escenario 2

Se identifica una reducción significativa del tiempo promedio de ciclo, este pasa de 120 días (modelo situación actual) a 83 días (escenario 2.1) para el cumplimiento de las entregas.

Aunque los resultados a primera instancia parecen muy buenos, se deben considerar dos aspectos en contra para este escenario. El primero es la necesidad de un área disponible para almacenar altos volúmenes de insumos especiales, aunque en la situación actual se identificó una capacidad para albergar insumos especiales superior a 100.000 unidades, este escenario requiere una capacidad de 150.000 unidades. Consideramos necesario que el cuerpo administrativo de la empresa evalúe la relación costo beneficio de reducir en 37 días el promedio del tiempo de entrega, contra la disposición de mantener un almacén con capacidad de albergar más de 150.000 unidades.

Como segundo aspecto tenemos que el escenario se basa en la disposición de un gran volumen de insumos especiales en el preciso momento de iniciar la producción. Para lograr esto, se requiere un cumplimiento estricto de los proveedores, con lo cual la empresa no cuenta en estos momentos.



Gráfica 8. Comportamiento del stock escenario 2.

La gráfica 8 muestra el comportamiento del inventario de insumos especiales. Este escenario se caracteriza porque la corrida comienza con altos niveles de insumos especiales disponibles para producción. Esto se evidencia en la primera cresta de la gráfica.

Al transcurrir el tiempo de corrida, va disminuyendo el nivel del inventario, hasta llegar a un primer nivel donde no decrece sino hasta unos días mas adelante. Esta interrupción ocurre cuando se ha terminado la orden de producción del primer mes y se reactiva cuando inicia la orden de producción del segundo mes.

La segunda cresta que se evidencia en la gráfica, corresponde al pedido que se hizo al proveedor, nótese la distancia entre el instante en que se termina

la primera cresta (que equivale a la terminación del inventario inicial), e inicia la segunda. Este lapso de tiempo es ocioso ya que no hay insumos especiales para producir.

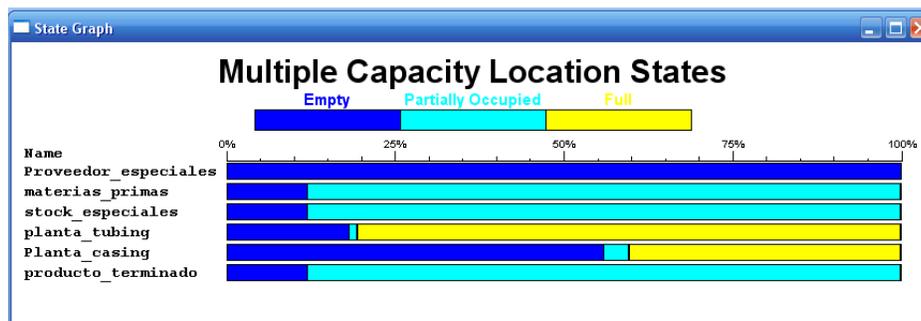
De este escenario podemos concluir que, es muy exigente en cuanto a capacidades instaladas y cumplimiento de proveedores frente a la disminución de los tiempos de operación y el hecho de que aún se siguen presentando tiempos ociosos. La particularidad de este escenario consiste en que plantea la posibilidad de cumplir con la demanda en el mismo período que se genera.

ESCENARIO 3: CONDICIONES IDEALES: Cumplimiento de los proveedores y pedidos mensuales con dos meses de anticipación.

Para este escenario se plantea la utilización de proyecciones en la demanda para estimar el número de órdenes de compra que se deben liberar. La puesta de las ordenes de compra al proveedor, deben hacerse con dos meses de anticipación. Se hace necesario para que este escenario genere los resultados esperados que los proveedores cumplan los tiempos de entrega establecidos sin ninguna tolerancia, ya que de ser así, entraríamos en tiempos de incumplimiento con los clientes, y se hacen preferibles escenarios establecidos anteriormente,

Location / Name	Scheduled Hours	Capacity	Total Entries	Average Days Per Entry	Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% util	
Proveedor especiales	1968	4000	0	0.00	0	0	0	0.00	(Average)
Proveedor especiales	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	(Std. Dev.)
materias primas	1968	4000	2205	10.72	288.45	799	0	7.21	(Average)
materias primas	0	0	0	0.00	1.25	0	0	0.00	(Std. Dev.)
stock especiales	1968	4000	2205	10.72	288.45	763	0	7.21	(Average)
stock especiales	0	0	0	0.00	1.25	0	0	0.00	(Std. Dev.)
planta tubing	1968	30	2000	1.00	24.39	30	0	81.30	(Average)
planta tubing	0	0	0	0.00	3.56	0	0	0.00	(Std. Dev.)
Planta casing	1968	6	205	1.00	2.5	6	0	41.67	(Average)
Planta casing	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	(Std. Dev.)
producto terminado	1968	4000	2205	13.48	362.72	799	0	9.07	(Average)
producto terminado	0	0	0	0.00	5.12	0	0	0.00	(Std. Dev.)

Tabla 14. Locaciones del escenario 3



Gráfica 9. Estado de locaciones de capacidad escenario 3

Es claro en este modelo que se aumenta la utilización de las plantas, ya que, se están elaborando la misma cantidad de productos, pero en menor tiempo. El escenario se caracteriza por mantener tanto materias primas, como insumos especiales siempre disponibles para producción.

La locación de proveedores especiales aparece como desocupado por que en este escenario no se utiliza, ya que no se da variabilidad a la llegada de los insumos especiales, y estos llegan directamente a la estación de Stock

especiales. Esta locación muestra un funcionamiento igual a la locación de las materias primas, ya que en este escenario, se le está dando un tratamiento similar en cuanto al beneficio de buenas relaciones con los proveedores y en mantener suficientes existencias para alimentar la producción.

La diferencia radica en que las materias primas se apoyan en el manejo de altos niveles de inventarios, dada la criticidad tanto para los pedidos normales como los pedidos atípicos; mientras que, la política para el manejo de insumos especiales busca mantener el nivel mínimo de inventarios mes a mes, apoyándose en una buena proyección de la demanda y el continuo monitoreo para los ajustes necesarios.

Variable Name	Total Changes	Average Days Per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value	
tc*	3	27.33	22	29	22	25	(Average)
tc*	0	0.00	0	0	0	0	(Std. Dev.)
wip stock*	4410	0.01	0	763	0	339.95	(Average)
wip stock*	0	0.00	0	0	0	8.54	(Std. Dev.)

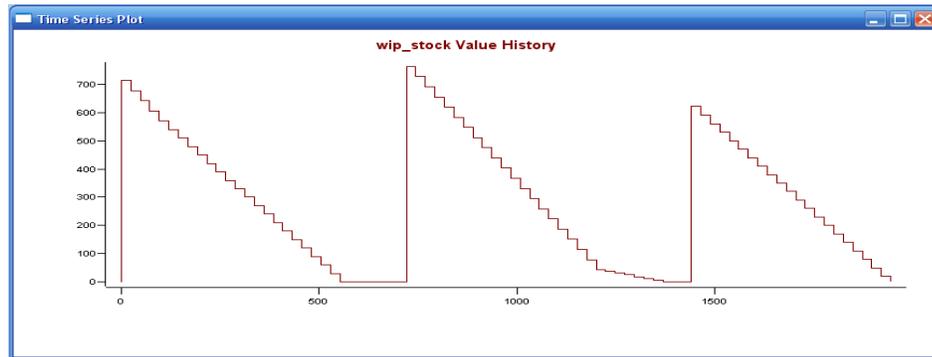
Tabla 15. Entidades del escenario 3

Las mejoras en los tiempos de ciclo son notorias, pasar de un tiempo promedio de producción de 120 días a uno de 25 días, muestra realmente la capacidad de la planta instalada. Este escenario se logra, aislando aquellas

problemáticas relacionadas con la disponibilidad de materiales y los cumplimientos de proveedores.

Lo más importante de este escenario es que está cubriendo la demanda en un tiempo netamente de producción. En la actualidad, cuando un cliente hace un pedido, se pacta el tiempo de entrega teniendo en cuenta los dos meses que demoran en llegar los insumos especiales. A esta demora se le debe sumar el tiempo de proceso del pedido. Cuando se hace un estimado se debe tener en cuenta los posibles contratiempos que puede tener la mercancía al llegar ya sea por que el proveedor incumpla, se den problemáticas en los transportes marítimos, o simplemente no pueda legalizarse el ingreso al país.

En este escenario, se le pueden ofrecer a los clientes, tiempos aproximados de un mes para la entrega de su pedido, totalmente confiados del cumplimiento, ya que los materiales necesario, ya se encuentran a nuestra disposición o por lo menos, ya están en camino. Esto ayudaría mucho en la ratificación del compromiso de la empresa por trabajar en cumplir y superar las expectativas de nuestros clientes logrando así la el deleite de ser una de nuestras partes interesadas.



Gráfica 10. Comportamiento del stock escenario 3

A diferencia de los otros escenarios, este no requiere de altos niveles de inventarios, ni de disposición de grandes almacenes, por el contrario, solo almacena los insumos necesarios para garantizar la disposición de materiales para las órdenes liberadas en el mes. El valor máximo de unidades a almacenar es de 76.300 unidades lo cual corresponde al 68% del máximo presentado en la situación actual.

La gráfica muestra tres crestas, la cuales no se cruzan. Estas representan el aumento que se da cuando llegan mensualmente los pedidos de insumos especiales. Nótese que las llegadas están uniformemente distribuidas, es decir, las distancias entre ellas son iguales. Esto representa el cumplimiento por parte del proveedor de los dos meses pactados por la empresa, y de hacer los pedidos con 2 meses de anticipación, para que lleguen justo cuando son requeridos.

Es de destacar la importancia que juegan los proveedores en este escenario. Dentro de las políticas de Tenaris – Tubocaribe, se encuentra la de acompañar en su desarrollo a los proveedores con e fin de obtener materias primas de la más alta calidad. Siendo consecuentes con esto, este escenario exige que las relaciones se mejoren. Por parte de nuestra organización, el compromiso de programar a tiempo y con pazos de entrega de 2 meses; por parte del proveedor, organizar su cadena de suministro de tal forma que garantice la entre a tiempo de los pedidos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es claro que para cualquier estrategia de negocios que trace una compañía, se hace necesaria la correcta interacción con cada una de las partes involucradas para alcanzar el éxito. Tenaris-Tubocaribe, no está exenta de esto, y sus proveedores sobresalen como elemento prioritario en su política integral que busca la plena satisfacción de sus clientes.

Durante las indagaciones hechas, se identificó que Tenaris-Tubocaribe, no utiliza herramientas de análisis de datos que le permita realizar una trazabilidad al comportamiento de los proveedores de Insumos Especiales. El no tener datos certeros y que ofrezcan evidencia contundente sobre los incumplimientos de los proveedores, repercute como un impedimento para establecer y ejecutar planes de mejora con los proveedores.

Se recomienda a Tenaris-Tubocaribe, que utilice las herramientas necesarias para hacer seguimiento a los proveedores, diseñar, y ejecutar planes que permitan mejorar las relaciones y los tiempos de cumplimiento.

Para optimizar las funciones del Control de Inventarios, se hace necesario implantar dos estrategias principales, la primera es relacionada con sus

proveedores. Aunque al disminuir los tiempos de entrega de Insumos Especiales por parte de los proveedores, se disminuyen muy poco, el tiempo de entrega final al cliente (escenario 2), es necesario que los proveedores cumplan a cabalidad los planes programados, para tener éxito en el escenario 3. La segunda es lograr una proyección de la demanda que permita estimar las unidades requeridas para los próximos meses, y así lograr abastecer el almacén de tal manera que pueda responder en el menor tiempo posible a las demandas de los clientes no programados.

El nivel mínimo de insumos especiales necesario para optimizar la producción, se liga a los 2 meses promedio que dura en llegar una orden en suministros. Este nivel de stock, debe ser determinado por medio de las proyecciones realizadas a fin de que la demanda pueda ser suplida durante los 60 días proyectados. La técnica recomendada para esta proyección es la de promedios móviles, ya que esta responde muy bien a cambios inesperados en la demanda, y es ideal para demandas en las cuales no existe linealidad y tampoco se ajustan a tendencia cíclicas, como es el caso de la presentad para los Insumos Especiales de Tenaris-Tubocaribe.

La capacidad que posee la planta de Tenaris-Tubocaribe, es suficiente para elaborar 180.000 tubos mensuales, valor que se encuentra por encima de cualquiera de las demandas mensuales registradas. Esta capacidad de

producción, se ve mermada con la demora de los insumos especiales, llevando a la organización requerís altos tiempos para hacer entregas a sus clientes. Es importante anotar que, aunque sería muy costoso la ampliación de la capacidad instalada, esto sería redundante en la capacidad, ya que la real restricción del sistema es la llegada de los insumos especiales para continuar la producción.

En cuanto al manejo de los clientes internos, se debe tener en cuenta que en el evento que se envíe la orden de compra al departamento MACROALOCACIÓN¹¹, debe confirmar las fechas requeridas en un tiempo no mayor a 7 días a fin de tomar a tiempo otras alternativas de proveedores externos si no cumple con la necesidad de la empresa, esta alternativa Tenaris-Tubocaribe, la debe considerar puesto que, el mantenimiento de un equilibrio entre las cantidades disponibles y una distribución geográfica de las existencias, puede aumentar considerablemente los valores agregados de cada producto a en el momento de la entrega, por factores como: disponibilidad, seguridad, oportunidad y actualidad.

El modelo de simulación establece las condiciones necesarias para el manejo de inventario de insumos especiales, relacionando las llegadas de

¹¹ Departamento ubicado en Argentina en donde le llegas todas las solicitudes de cliente a nivel mundial, ello evalúan cual fabrica es la adecuada para fabricar el producto en tiempo y bajo costo.

acoples y protectores de tuberías, niveles de Stock que se deben manejar, y los tiempos de elaboración de los productos, con el fin de que Tenaris-Tubocaribe pueda cumplir a los con los tiempos de entrega a sus clientes; para lograrlo, se manejaron independientemente los pedidos de los clientes programados, de aquellos pedidos de los clientes atípicos.

Este modelo de simulación es complementario con las proyecciones estadística realizadas, suficientemente flexible, para alimentarlo y actualizarlo mientras se da una estabilidad en la demanda de productos y poder hacer proyecciones más eficaces en un intervalo de tiempo más amplio, de esta manera es aplicable a la empresa y por ende utilizarlo como herramienta para la toma de decisiones.

Actualmente la empresa Tenaris-Tubocaribe, tiene un tiempo de ciclo estimado para la elaboración de pedido de 120 días aproximadamente. En el tercer escenario, este indicador baja a 25 días. Se hace necesaria por parte de la organización, la priorización de la identificación de proveedores que puedan ofrecer los insumos necesarios para hacerlo y a un precio que sean competitivo, y realizar los pedidos de Insumos Especiales de tal forma que se logre mantener la producción continúa y que no se detenga por falta de insumos.

BIBLIOGRAFÍA

BLANCO, Luis. Simulación con promodel: casos de producción y logística. Bogotá. 2001. 146p

CAMARGO, Helizabeth. Optimización de los procedimientos actuales de manejo y distribución. Tesis. 1996. 185p

CARDOZO, Gonzalo. Gestión efectiva de materiales: Proceso de compras, administración de almacenes y control de inventarios. Ed. Tecnológica de Bolívar. 2003, 356 p

CHAPMAN, Stephen N. Planificación y control de la producción. México D. F.: Pearson, 2006. 271 p.

CHASE, Richard. Administración de producción y operaciones. Ed. Mc Graw Hill. 8 ed. 2000, 885 p.

MULLER, Max. Fundamentos de administración de inventarios. Bogotá D. C. Norma, 2004. DESCRIPCIÓN FÍSICA 250 p.: il.

RIOS, David. Simulación métodos y aplicaciones. Ed. Alfa Omega. Bogotá.

2000 371 p

http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/inventariosfundamentos/

<http://www.monografias.com/trabajos6/sicox/sicox.shtml>.

<http://www.monografias.com/trabajos20/simulacion-sistemas/simulacion-sistemas.shtml>

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/adminven.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos20/simulacion-sistemas/simulacion-sistemas.shtml>

<http://ciberconta.unizar.es/LECCION/anamul/inicio.html>

ANEXOS

**ANEXO A .FORMATO DE SOLICITU DE MATERIA PRIMA E INSUMOS
ESPECIALES**



Solicitud de materia prima e insumos especiales
Código de formato PR-0004-07

Fecha			Turno	O. Producción	Cliente	Solicitud No.
DD	MM	AA				

MATERIAL DE	Código	Cantidad	Unidad	Kilos
Resina				
PP / PE				
Adhesivo				
Granalla				
Acido fosforico				
Material de reparación				
Protectores de bisel				
Anillos de nylon				
Otros				

Solicitado por	Nombre conductor	Jefe MP-3	Recibido por
	AMP/Contabilidad		

Anexo C. Formato de salida de almacén

TUBOS DEL CARIBE S.A.				SALIDA DE ALMACEN			
FECHA			No. CONTROL	ALMACEN	PROCESO	DPTO. ORIGINADOR	USO
AÑO	MES	DIA					
ITEM	Cantidad	DESCRIPCION			Unid.	Código	Imputación
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Ordenado por Nombre:				Recibido por Nombre:		Despachado por:	
Firma:				Firma:			

© PEPISA S.A. INT. 8463211-11-C. FORMAS 01/2008

Anexo D. Demanda mensual de insumos especiales (2001-2006)

FAMILIA REFERENCIA FECHA	TUBING						CASING									TOTAL DEMANDA
	2 3/8"		2 7/8"		3 1/2"		4 1/2"			5 1/2"			7"			
	J55	NL80	J55	NL80	J55	NL80	J55	NL80	P110	J55	NL80	P110	J55	NL80	P110	
01-2001	2.532	427	4.911	1.109				0								8.979
02-2001	194				94	2.967					195					3450
03-2001	808	2.040	496	20.911	3.967	15.081										43302
04-2001	1.615		100	129		48	98				0					1990
05-2001	1.370	323	1.290		317											3300
06-2001	1.339		297	806	193											2636
07-2001	2.110		3.948	148	234											6441
08-2001	242	0	0	245				0			0					487
09-2001	1.643		5.302	122	105											7173
10-2001	3.803		332	1.452	592	464										6643
11-2001		3.392		7.742		9.462				122						20718
12-2001				1.314		2.756										4071
01-2002	249					484										732
02-2002	1.938		610		408	5.999	307									9262
03-2002	969		484			12.152								138		13743
04-2002		323	645		806	645	1.061									3481
05-2002	2.118		2.074			323	4.636			11.259	2.214					22624
06-2002	37.006	39.597	11.521	13.281		339	281	7.573			18.367					127963
07-2002	6.355		909		857	3.805	198									12123
08-2002				365		645										1010
09-2002	3.795		5.790	97		484										10166
10-2002	5.163		7.253		1.352											13768
11-2002			3.872			452				24						4348
01-2003			1.587													1587
02-2003	31.946		6.744	65		1.532										40287
03-2003	37	323	250	532		2.389										3532
04-2003	43.835	9.703	7.086	807	300			2.524			285					64539
05-2003	46.884	24.130	23.028	177		387		4.207		2	53.215					152030
06-2003			2.451							2.065			1.878			6394
07-2003	43		1.671		493	448					1.586		498	157		4894
08-2003	4.556		8.138		1.211	2.116		107		830						16958
09-2003			257			190		122		100	1.668			28		2365
10-2003	33.655	9.693	3.704		970	3.129		6.966		44	16.502					74665
11-2003	43.757	21.002	8.293	10.648		145		9.516			3.781					97142
12-2003						3.450		784			1.586					5820
01-2004	3.177		1.000	91	35	1.229				1.124	1.586					8242
02-2004	5.825		382			903										7111
03-2004	1.971	2.811	4.190	12.933		9.852										31757
04-2004			2.084		1.778											3862
05-2004	4.562	48	3.220	452	4.747	1.290								1.789		16108
06-2004	54.475	25.525	645	1.194	123	2.290				3.656	5.123					93031
07-2004	8.078	15.897	3.227	7.302						405	5.732				61	40702
08-2004	15.565	1.468	7.830	300	2.152	2.342					4.793		749	4.793		39993
09-2004	8.918	969		1.807		184				2.923	6.160			488		21449
10-2004	8.918		1.930			161					781			0		11789
11-2004				549	1.290	2.878				2.397	805	1.220	2.593			11731
12-2004	30.695	8.239	1.452	14.852	1.290	14.519				3.341	9.148			6.708		90244
01-2005	323		3.226	4.840	65	3.375	938	1.151			146					14064
02-2005	18.540	1.615	6.774	97		158				222				4.634		32040
03-2005	30.287	5.962	2.581	1.258	129	6.766			1.220	4.782	2.918		1.219	2.926		60048
04-2005	6.144		11.434	17.664	4.358	7.810		19.028	10.977	2.247	19.997	6.072		1.487	44	107264
05-2005	1.719		6.055	661	4.501	1.163		733		657						15491
06-2005	8.237	2.584	4.981			1.231		3.659	12.616		9.755	7.887				50949
07-2005			2.117	742		1.253									341	4453
08-2005			3.411	419	1.128	428	249	196							88	5920
09-2005	5.312	4.684	2.269	774	957	250	198	147	1.951		5.024			16		21583
10-2005	19.043	330	17.863	1.717	380	2.198		528					1.576			43636
11-2005				645		5.400	412	1.391		1.482	1.464		4.005	3.520		18319
12-2005			2.458	258	1.498	20.461		58						885	44	25662
01-2006			30.124											8.252		38375
02-2006	924	585	0	503				146	2.439				0	882	0	5479
03-2006	1.212	0	197	2.385				0	687	0				2.121	0	6602
04-2006			56.946	21.628										45.384		123958
05-2006			32.805	36.282				44.652						17.624		131362
06-2006	0	0	6.799	19.665				0	1.101	700			0	4.313	0	32578
07-2006		23.944		43.589				9.272						4.510		81315
08-2006	65.367	24.086	33.129	39.287			6.730						3.781			172379
09-2006	25.294		78.010	54.795										3.751		161850
10-2006			28.090	16.323	44.189			9.971					3.740	11.919		114231
11-2006				48.075	19.662								3.632	15.909		87279
12-2006	46.041		16.880										16.446	4.090		83457

ANEXO E Subproceso de reaprovisionamiento del inventario

