



Universidad del Azuay

Departamento de Posgrados

Maestría en Gestión de Mantenimiento

**“PROPUESTA DE UN MÉTODO DE MEDICIÓN EFICIENTE DE
GESTIÓN DE INVENTARIO DE PRODUCTOS PARA
MANTENIMIENTO, LLEVADOS BAJO EL SISTEMA DE
CONSIGNACIÓN EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de

Magíster en Gestión de Mantenimiento

AUTORA: Ing. María Gabriela Escandón Morales

DIRECTOR: Ing. Jorge Antonio Pérez Torres, MBA

CUENCA – ECUADOR

2017

DEDICATORIA

A mi familia por ser impulso, ejemplo y guía.

AGRADECIMIENTO

Tres cosas importan en la vida, la fe, la familia y los amigos.
Gracias infinitas a Dios por la salud y la oportunidad, a la familia a los amigos e instituciones que me brindan su confianza día a día, porque aportan, apoyan y soportan en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS	8
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE INVENTARIO DE CONSIGNACIÓN	15
IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	15
ÁRBOL DE PROBLEMAS	16
PROCESO DE LAS MEJORAS DEL SISTEMA	17
RESEÑA HISTÓRICA DE LA RELACIÓN PROVEEDOR CLIENTE	18
MANEJO DE MATERIALES Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSIGNACIÓN	20
ESTIPULACIONES IMPORTANTES DEL CONVENIO DE CONSIGNACIÓN CHESTERTON	20
1. OBJETO DEL ACUERDO	21
2. COMPRA-VENTA Y FACTURACIÓN	22
3. DEVOLUCIONES	22
4. PAGO	22
5. OBLIGACIONES DEL CONSIGNANTE:	22
6. CAPACITACIÓN	23
ADMINISTRACIÓN INTERNA DEL CONSIGNATARIO DE INVENTARIOS	23
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	26
REVISIÓN MENSUAL DE STOCK:	26
GENERACIÓN DE LA SOLICITUD DE COMPRA	26
AUTORIZACIÓN DE SOLICITUD	26

GENERACIÓN DE LA ORDEN DE COMPRA	27
ENVÍO DE LA ORDEN DE COMPRA	27
RECEPCIÓN DE LA FACTURA	27
PAGO	27
VINCULACIÓN DEL CONSIGNANTE EN EL PROCESO DE GESTIÓN	27
GENERACIÓN DE REPOSICIÓN DE STOCK	28
REVISIÓN DEL STOCK DEL CONSIGNANTE:	28
GESTIÓN DE IMPORTACIÓN	28
NACIONALIZACIÓN	28
ENVÍO DE MERCADERÍA DE REPOSICIÓN	30
GENERACIÓN DE INGRESO A LA BODEGA DE CONSIGNACIÓN	30
GENERACIÓN DE EGRESOS DE LA BODEGA DE CONSIGNACIÓN	30
FACTURACIÓN EL CONSUMO	31
ENVÍO DE LA FACTURA:	31
ACTIVIDADES DE CONSUMO POR LÍNEA	31
ANÁLISIS FODA SITUACIÓN ACTUAL	33
ESTRATEGIAS FO, FA, DO, DA	38
CAPÍTULO II: PRUEBAS DE MÉTODOS DE PRONÓSTICOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LOS PRODUCTOS CHESTERTON PARA MANTENIMIENTO EN CONSIGNACIÓN	39
MARCO TEÓRICO	39
PRONÓSTICOS	40
CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA	41
SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE PRONÓSTICO	42
MÉTODOS FUTURÍSTICOS	43
ERRORES DEL PRONÓSTICO	46
MEDICIÓN DE ERRORES DE PRONÓSTICO	47
SITUACIÓN DE LOS INVENTARIOS EN LAS EMPRESAS	47
RAZONES TÉCNICAS DE LOS INVENTARIOS Y SISTEMAS DE CONTROL	48
CLASIFICACIÓN ABC DE INVENTARIO	50
COSTOS	50
DENOMINACIÓN PULL AND PUSH	51
RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA CONSIGNACIÓN	57
CLASIFICACIÓN ABC DE INVENTARIO DE LA CONSIGNACIÓN	58
PATRONES DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA EN LA CONSIGNACIÓN	60

DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE LA CLASIFICACIÓN A	61
DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE LA CLASIFICACIÓN B	63
DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE LA CLASIFICACIÓN C	65
REALIZACIÓN DE PRUEBAS PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	
PARA LA CONSIGNACIÓN	67
PRUEBAS DE MÉTODOS DE PRONÓSTICO PARA LA CLASIFICACIÓN A (TRIMESTRALES, SEMESTRALES Y ANUALES)	70
PRUEBAS DE MÉTODOS DE PRONÓSTICO PARA LA CLASIFICACIÓN B (TRIMESTRALES, SEMESTRALES Y ANUALES)	88
PRUEBAS DE MÉTODOS DE PRONÓSTICO PARA LA CLASIFICACIÓN C (TRIMESTRALES, SEMESTRALES Y ANUALES)	97
CONTROL DEL PRONÓSTICO DE LA CONSIGNACIÓN	103
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE PRONÓSTICO DE LOS ÍTEMS DE LA CONSIGNACIÓN	103
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL MÉTODO ADECUADO PARA CONTROL DE INVENTARIO DE MATERIALES DE MANTENIMIENTO ENTRE EL PROVEEDOR Y CLIENTE DE LA CONSIGNACIÓN DE LOS PRODUCTOS CHESTERTON	112
COSTOS DE LA CONSIGNACIÓN	112
COSTO DE PEDIR AL PROVEEDOR:	112
COSTO DE SOSTENER	112
COSTO DE AGOTAR	117
COSTO DE AGOTAMIENTO PARA UN SELLO MECÁNICO	119
COSTO DE AGOTAMIENTO PARA EMPAQUETDURAS DE CORDÓN	119
COSTOS AGOTAMIENTO PARA PROTECCIÓN DEL METAL Y PRODUCTOS TÉCNICOS DE USO GENERAL MRO.	120
NIVEL DE SERVICIO DE LA CONSIGNACIÓN	124
DETERMINACIÓN PULL AND PUSH PARA CONTROL DE INVENTARIOS DE LA CONSIGNACIÓN	126
DETERMINACIÓN DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LOS ÍTEMS DE LA CONSIGNACIÓN.	127
ANÁLISIS DE CONSUMO Y ROTACIÓN EN EL PERÍODO DE ESTUDIO	141
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	144
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES I	144

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES II	146
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES III	148
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	150
ANEXOS	153
ANEXO No. 1: INFORMACIÓN INMOBILIARIA (ALQUILERES DE BODEGAS)	154
ANEXO No. 2: CASO DE ESTUDIO - SELLO MECÁNICO (A.W. Chesterton Company, 2015)	155
ANEXO No. 3: CASO DE ESTUDIO - EMPAQUETURADURA DE CORDÓN (A.W. Chesterton Company, 2005)	156
ANEXO No. 4: CASO DE ESTUDIO - RECUBRIMIENTO DE METAL (A.W. Chesterton Company, 2014)	157
ANEXO No. 5: CASO DE ESTUDIO - PENETRANTE (A.W. Chesterton Company, 2014)	158
ANEXO No. 6: CASO DE ESTUDIO - ANTIADHERETNE (A.W. Chesterton Company, 2015)	159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Ilustración 1: Árbol de Problemas.....	16
Ilustración 2: Proceso de Mejora de la previsión de la demanda	17
Ilustración 3: Línea de productos Chesterton.....	19
Ilustración 4: Distribución Chesterton.....	19
Ilustración 5 Gestión de Inventario	24
Ilustración 6: Proceso Consignatario	25
Ilustración 7 Proceso Consignante	25
Ilustración 8: Participación por departamento en solicitud de compras	27
Ilustración 9: Resumen SGA	30
Ilustración 10: Proceso de análisis de información	40
Ilustración 11: Patrones de la demanda	41
Ilustración 12: Relación Etapa ciclo de vida- Método de pronóstico	42
Ilustración 13: Aplicaciones de los pronósticos de demanda	43
Ilustración 14: Ecuación del promedio móvil simple	44
Ilustración 15: Ecuación del promedio móvil ponderado	44
Ilustración 16: Ecuación suavizamiento exponencial.....	44
Ilustración 17: Ecuación de suavizamiento exponencial con tendencia.....	45
Ilustración 18: Ecuación de la regresión lineal.....	46
Ilustración 19: Ecuaciones de Errores de Pronóstico	47
Ilustración 20: Razones técnicas de existencia de un inventario	49
Ilustración 21: Características de los abastecimientos de los diferentes tipos de ítems	52
Ilustración 22: Comportamiento típico de la demanda histórica de Push y Pull.....	53
Ilustración 23: Sistema Q con reabastecimiento instantáneo.....	55
Ilustración 24: Sistema T o P, en Pull.....	56
Ilustración 25: Sistema R-M, en Pull	56
Ilustración 26: Sistema T-R-M en Pull.....	57
Ilustración 27: Estacionalidad de la demanda.....	58
Ilustración 28: Pareto Clasificación ABC	59
Ilustración 29: Patrón de demanda mensual del ítem 180112876	61
Ilustración 30: Patrón de demanda mensual del ítem 180110011	61
Ilustración 31: Patrón de demanda mensual del ítem 180113082	62
Ilustración 32: Patrón de demanda mensual de ítem 180112933	62
Ilustración 33: Patrón de la demanda mensual de ítem 180346793	62
Ilustración 34: Patrón de la demanda mensual de ítem 18222920	63
Ilustración 35: Patrón de la demanda mensual de ítem 180341141	63

Ilustración 36: Patrón de la demanda mensual de ítem 1801343618	64
Ilustración 37: Patrón de la demanda mensual ítem 150001106	64
Ilustración 38: Patrón de la demanda mensual ítem 180345575	65
Ilustración 39: Patrón de la demanda mensual ítem 180117780	65
Ilustración 40: Patrón de la demanda mensual ítem 180112879	66
Ilustración 41: Patrón de la demanda mensual ítem 180112894	66
Ilustración 42: Patrón de la demanda mensual ítem 180112903	66
Ilustración 43: Patrón de la demanda mensual ítem 180340093	67
Ilustración 44: Patrón de demanda por año del ítem 180112876.....	68
Ilustración 45: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180112876	70
Ilustración 46: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180112876.....	71
Ilustración 47: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180112876	72
Ilustración 48: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180112891	73
Ilustración 49: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180112891.....	74
Ilustración 50: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180112891	75
Ilustración 51: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180110011	76
Ilustración 52: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180110011.....	77
Ilustración 53: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180110011	78
Ilustración 54: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180113082	79
Ilustración 55: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180113082.....	80
Ilustración 56: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180113082	81
Ilustración 57: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180112933	82
Ilustración 58: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180112933.....	83
Ilustración 59: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180112933	84
Ilustración 60: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180346793	85
Ilustración 61: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180346793.....	86
Ilustración 62: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180346793	87
Ilustración 63: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180112920	88
Ilustración 64: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180112920.....	89
Ilustración 65: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180112920	90
Ilustración 66: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180341141	91
Ilustración 67: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180341141.....	92
Ilustración 68: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180341141	93
Ilustración 69: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180343618	94
Ilustración 70: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180343618.....	95
Ilustración 71: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180343618	96
Ilustración 72: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180345575	97

Ilustración 73: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180345575.....	98
Ilustración 74: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180345575	99
Ilustración 75: Pruebas de métodos de pronóstico trimestral ítem 180117780	100
Ilustración 76: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180117780.....	101
Ilustración 77: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180117780	102
Ilustración 78: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180112876	104
Ilustración 79: Gráfico del método adecuado del ítem 180112876	104
Ilustración 80: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180112891	104
Ilustración 81: Gráfico del método adecuado del ítem 180112891	105
Ilustración 82: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180110011	105
Ilustración 83: Gráfico del método adecuado del ítem 180110011	105
Ilustración 84: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180113082	106
Ilustración 85: Gráfico del método adecuado del ítem 180113082	106
Ilustración 86: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180112933	106
Ilustración 87: Gráfico del método adecuado del ítem 180112933	107
Ilustración 88: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180346793	107
Ilustración 89: Gráfico del método adecuado del ítem 180346793	107
Ilustración 90: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180112920	108
Ilustración 91: Gráfico del método adecuado del ítem 180112920	108
Ilustración 92: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180341141	108
Ilustración 93: Gráfico del método adecuado del ítem 180341141	109
Ilustración 94: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180343618	109
Ilustración 95: Gráfico del método adecuado del ítem 180343618	109
Ilustración 96: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180345575	110
Ilustración 97: Gráfico del método adecuado del ítem 180345575	110
Ilustración 98: Gráfico del método adecuado del ítem 180117780	110
Ilustración 99: Gráfico del método adecuado del ítem 180345575	111

Ilustración 100: Elementos mecánicos	120
Ilustración 101: Costos de agotamiento	123
Ilustración 102: Resultados del Nivel de Servicio de la Consignación	125
Ilustración 103: Determinación Pull y Push de la consignación	126
Ilustración 104: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180112876	128
Ilustración 105: Estratificación mensual ítem 180112876.....	129
Ilustración 106: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180112891	129
Ilustración 107: Estratificación mensual ítem 180112891.....	130
Ilustración 108: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180110011	130
Ilustración 109: Estratificación mensual ítem 180110011.....	131
Ilustración 110: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180113082	131
Ilustración 111: Estratificación mensual ítem 180113082.....	132
Ilustración 112: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180112933	132
Ilustración 113: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180346793	133
Ilustración 114: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180112920	134
Ilustración 115: Estratificación mensual ítem 180112920.....	134
Ilustración 116: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180341141	135
Ilustración 117: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180343618	135
Ilustración 118: Estratificación mensual ítem 180343618.....	136
Ilustración 119: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180345575	136
Ilustración 120: Estratificación mensual ítem 180345575.....	137
Ilustración 121: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180347780	137
Ilustración 122 Estratificación mensual ítem 180347780.....	138
Tabla 1: Porcentaje de consumo de la consignación por unidades de negocio	19
Tabla 2: Tabla de insumos consignados	21
Tabla 3: Criterios de elección del modo de suministro	24
Tabla 4: Lead time & Cantidades por producto importado	29
Tabla 5: Tabla de uso de productos consignados por equipos	32
Tabla 6: Cumplimiento acuerdo consignación (Entorno donde se desarrolla)	34
Tabla 7: Evaluación de condiciones internas bodega consignatario	35
Tabla 8: Evaluación de procesos de control Consignatario	36
Tabla 9: Análisis FODA.....	37
Tabla 10: Matriz estrategias FODA	38
Tabla 11: Análisis de consumo monetario trimestral	58
Tabla 12: Análisis de consumo monetario semestral.....	58

Tabla 13: Costeo de Consumibles Analizados.....	60
Tabla 14: Cuadro Resumen Clasificación ABC.....	60
Tabla 15: Coeficientes de determinación por año ítem 180112876	68
Tabla 16: Resumen de Resultados de Análisis de las mejores técnicas de pronóstico por ítem	111
Tabla 17: Estructura del costo de pedir al proveedor	112
Tabla 18: Comparativos de costos de alquileres en la zona del consignatario.....	112
Tabla 19: Costo del área de ocupación por producto	113
Tabla 20: Costos de almacenamiento por producto	113
Tabla 21: Tasa de Interés Activa	114
Tabla 22: Valoración del inventario mínimo	115
Tabla 23: Tabla de amortización del costo financiero	115
Tabla 24 Costo financiero	116
Tabla 25 Costo de Sostener	117
Tabla 26: Nivel de Servicio de la Consignación	124
Tabla 27: Resultado con los métodos óptimos de pronóstico de demanda y control de inventarios	140
Tabla 28: Índice de Rotación	141
Tabla 29: Análisis de costo ítem 1500011106	142
Tabla 30: Análisis de costo ítem 180112879	142
Tabla 31 Análisis de costo ítem 180112894	143
Tabla 32: Análisis de costo ítem 180112903	143
Tabla 33: Análisis de costo ítem 180340093	143
Tabla 34: Conclusiones y Recomendaciones I	145
Tabla 35: Conclusiones y Recomendaciones II	147
Tabla 36: Conclusiones y Recomendaciones III	149

RESUMEN

La gestión de inventarios es una práctica sumamente importante para los involucrados en mantenimiento. Según Améndola, “existe una creencia común entre los técnicos que mientras los equipos estén envejeciendo, debe mantenerse un alto stock de repuestos en almacenes para garantizar la continuidad operativa de las plantas. Aunque eso hoy en día no sea la mejor práctica en la gestión de activos.” (Améndola, 2000)

“Un sistema de gestión de inventarios por el proveedor (VENDOR MANAGED INVENTORY-VMI), propone a la parte compradora; hacer de su proveedor un socio estratégico para permitir que este último brinde un servicio de re-aprovisionamiento continuo obligando al proveedor a tener un stock suficiente para atender la demanda del cliente.” (Muñoz Bañuls, 2003)

La propuesta de análisis de un caso práctico, requiere estudiar en primera instancia al proveedor de servicio o insumo y también al cliente, como parte de quién lo recibe en un sistema de “consignación”; donde los usuarios finales son el personal de mantenimiento, buscando como resultado contribuir y establecer la situación actual entre las empresas por medio de recopilación y análisis de la información y por último la determinación de un método de pronóstico adecuado que permita la optimización del manejo del sistema de gestión.

ABSTRACT

Inventory management is an extremely important practice for those involved in maintenance. According to Améndola, "There is a common belief among technicians that while the equipment is aging, a high stock of spare parts should be kept in warehouses to guarantee the plants operational continuity; although today this may not be the best practice in asset management."(Amédola, 2000)

An inventory management system carried out by the supplier (VENDOR MANAGED INVENTORY-VMI) proposes the buying party to make the supplier a strategic partner, so that the latter can provide a continuous re-provisioning service, forcing the supplier to have sufficient stock to meet customer demand. "(Muñoz Bañuls, 2003)

The proposal of a case study analysis requires first to study the service provider or input and also the customer as part of a consignment system, where the end users are the maintenance staff. The aim is to establish and to contribute to the current situation of the companies through the collection and analysis of information; and finally, determine an adequate forecasting method that allows the optimization of the inventory management system.



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

CAPÍTULO I: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE INVENTARIO DE CONSIGNACIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

Los proveedores industriales, buscan diferenciarse de su competencia incrementando sus servicios. Estos mismos servicios tienen la intencionalidad de ser usados por el cliente y evitarle invertir tiempo y recursos en procesos en los que no tiene el conocimiento ni la experiencia necesaria para llevarlo a cabo, por lo tanto: el cliente quiere obtener mejor calidad y un ahorro económico, mientras que para el proveedor estos "plus" generan lealtad del cliente y beneficios financieros.

En la actualidad los sistemas VMI (VENDOR MANAGED INVENTORY), son frecuentes, y en la práctica se llevan a cabo manteniendo el stock en CONSIGNACIÓN, es decir que el material no llega a ser del cliente hasta que lo utilice, y por tanto, no lo pagará hasta ese momento. (Muñoz Bañuls, 2003)

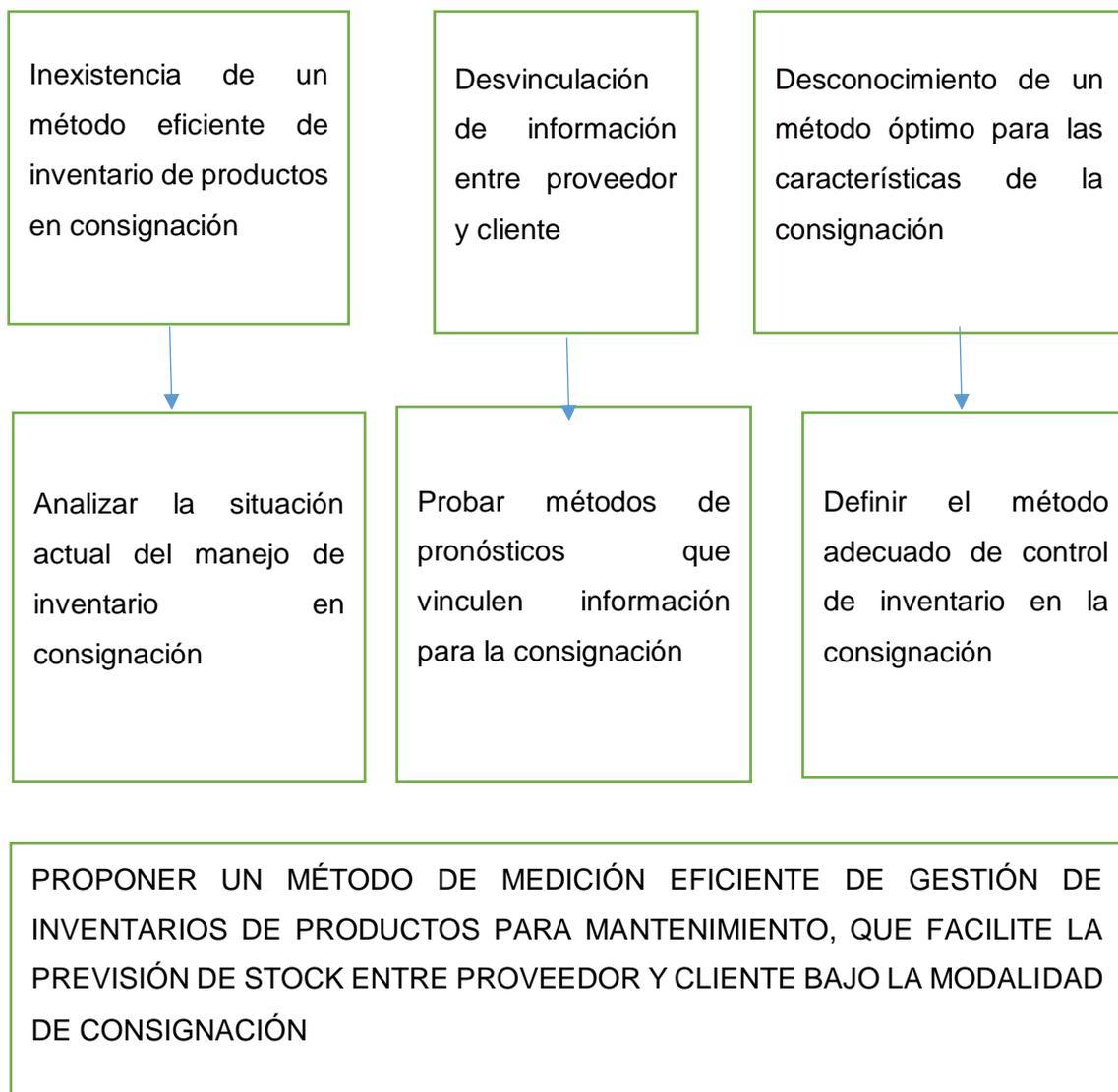
El motivo de este estudio es el caso particular entre la Marca Chesterton, que es un fabricante de productos para mantenimiento reconocidos a nivel mundial por su alto desempeño con productos especializados en mantenimiento, control y protección de metal y concreto y sellado estático y rotativo de fluidos; y una empresa de manufactura que mantiene un sistema de consignación de la marca desde hace más de 10 años.

La forma en que se ha administrado por años este servicio ha ocasionado varios inconvenientes:

1. La inexistencia de un método eficiente de inventario ha afectado al proveedor que tiene productos que se custodian en las bodegas del cliente por mucho tiempo, imposibilitando que puedan ser comercializados aunque el cliente no los utilice; mientras que en el caso del cliente, los imprevistos que se generan por ciertos productos que por temas emergentes no pueden ser entregados a tiempo por la falta de aprovisionamiento del proveedor.
2. Resulta muy difícil el manejo de la información por parte del proveedor de la consignación. El acuerdo debe ser de confianza mutua ya que necesitan vincular información de propiedad del cliente que no es necesariamente conocida por el proveedor y es manejada en primera instancia por el departamento de mantenimiento, en lo referente a gestión de activos, con la datos de rotación de insumos que maneja su bodega la misma que debe ser probada por los varios métodos de pronóstico analizando la naturaleza de los productos.

3. No todos los métodos de previsión resultan redituables para la consignación, es importante encontrar un método óptimo que permita al cliente optimizar sus espacios de bodega y al proveedor no tener inversión estancada en productos que pueden ser comercializables y cubrir de mejor manera aquellos que al momento se piden de manera imprevista por no conocer una herramienta de análisis adecuada.

ÁRBOL DE PROBLEMAS



*Ilustración 1: Árbol de Problemas
Fuente: Elaborado por la autora*

Para diseñar un sistema de pronósticos es necesario determinar qué es lo que se va a pronosticar, qué técnica se utilizará y la forma en que los sistemas de pronóstico computarizado pueden ser útiles para la toma de decisiones administrativa.

Para realizar la previsión de la demanda de un artículo para su uso en mantenimiento es primordial el concepto de fiabilidad que se considera la probabilidad de que un ítem realice satisfactoriamente la misión especificada, durante un período determinado y bajo un conjunto dado de condiciones operativas

También adquiere importancia el concepto de fallo como el cese del estado de capacidad de trabajo de un artículo.

Se hace necesario definir un procedimiento que permita una evaluación completa de los índices de fiabilidad que arrojen resultados relevantes y definan una técnica de pronóstico adecuada. (Armis & Kely Hernandez, 2005)

PROCESO DE LAS MEJORAS DEL SISTEMA

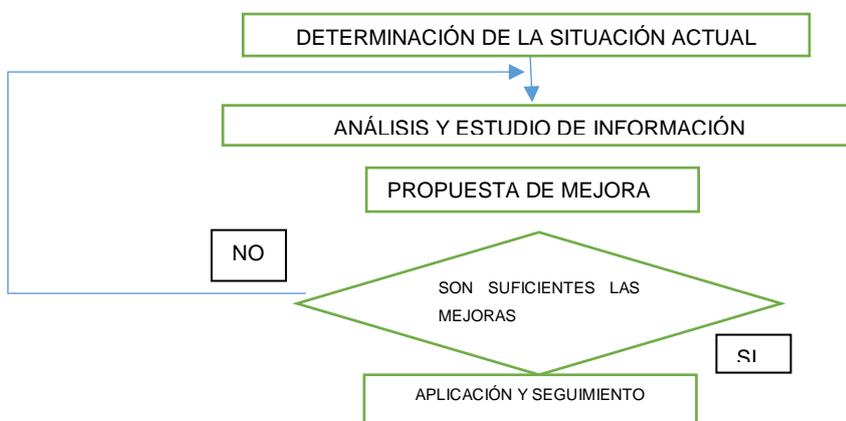


Ilustración 2: Proceso de Mejora de la previsión de la demanda
Fuente: (Armis & Kely Hernandez, 2005)

Las actividades a realizarse permitirán lograr el análisis del mejor método mediante una recopilación de información de registros históricos por un período de 3 años de las empresas; un análisis de manera cualitativa y cuantitativa de información, además de incluir observaciones de especificaciones técnicas de equipos que utilizan los productos consignados de la marca CHESTERTON, en todas sus líneas de productos técnicos especializados de mantenimiento y como estos influyen en el ciclo de vida de las unidades.

Por último probar que método de pronóstico según la etapa en la que se encuentren los equipos determinando el más adecuado para la gestión de materiales.

RESEÑA HISTÓRICA DE LA RELACIÓN PROVEEDOR CLIENTE

A finales de los años 90, una prestigiosa empresa manufacturera cuencana se encontraba en crecimiento ya que con el transcurso del tiempo y los cambios tecnológicos aumentaban su capacidad instalada lo que implicaba modificaciones en sus activos y procesos.

La visión de sus administradores no solo llevó a la empresa a ser pionera en el establecimiento de normativas de calidad ISO 9001, sino que también a partir del año 2000, tuvo como prioridad renovar equipos, capacitar a su personal para reducir sus índices de desperdicio y aumentar su productividad.

En este contexto, la empresa manufacturera, en la búsqueda de proteger sus grandes inversiones en equipos, encontró en el mercado y puso a prueba los productos de mantenimiento CHESTERTON que cumplieron con las expectativas de mantenimiento programado de sus activos, de tal forma que entre los años de 1997 y 1998 comienza a funcionar el ACUERDO DE CONSIGNACIÓN, entre el distribuidor de la marca y el cliente.

AW CHESTERTON, tiene sus comienzos como compañía en 1884 como proveedores para barcos de vapor e insumos de ingeniería.

En 2002, Chesterton es reestructurada bajo las principales unidades de negocio que tiene hoy:

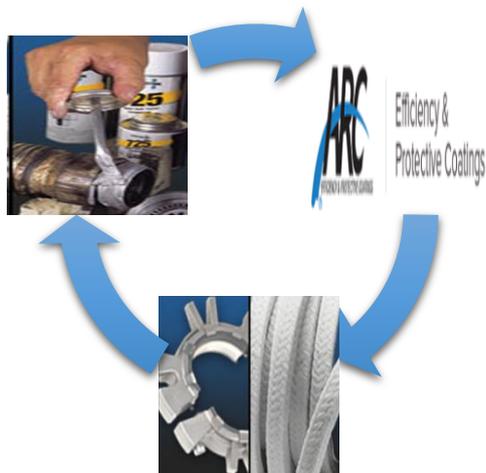


Ilustración 3: Línea de productos Chesterton
Fuente: (A.W. Chesterton Company, 2006)

UNIDAD DE NEGOCIO DE CHESTERTON	PORCENTAJE DE CONSUMO POR UNIDAD DE NEGOCIO EN LA CONSIGNACIÓN
PRODUCTOS DE MANTENIMIENTO MRO	10%
RECUBRIMIENTO Y PROTECCIÓN DE METAL	8%
SELLADO DE FLUIDOS	82%

Tabla 1: Porcentaje de consumo de la consignación por unidades de negocio
Fuente: Elaborado por la autora

Las operaciones de fabricación de Chesterton, los centros de servicio y las instalaciones de ventas y distribución están estratégicamente ubicadas en los centros industriales y puestos más importantes del mundo. Con más de 120 especialistas y técnicos capacitados en cada localidad. (A.W. Chesterton Company, 2006)

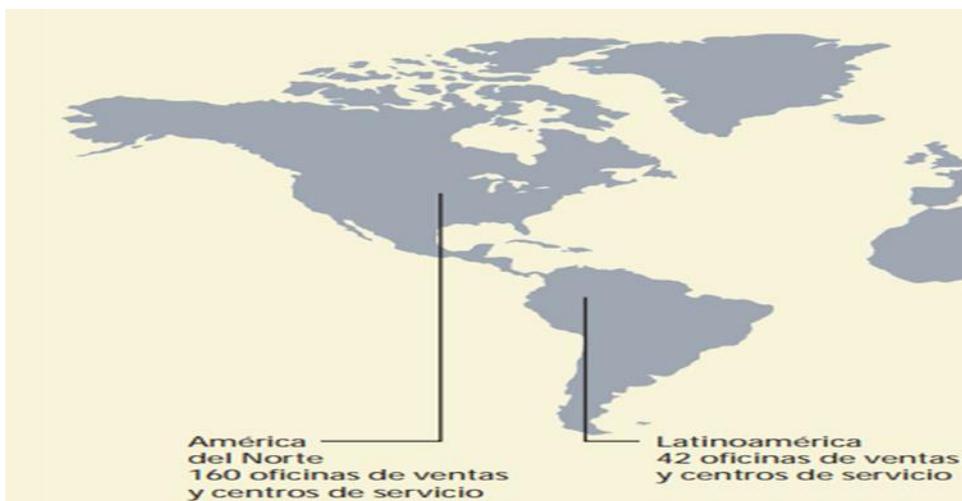


Ilustración 4: Distribución Chesterton
Fuente: (A.W. Chesterton Company, 2013)

Desde el punto de vista del marketing, la elección de un sistema de distribución es una decisión estratégica; de largo alcance, cuyo mayor o menor acierto puede significar el éxito o fracaso del producto en el mercado. (Belio, 2007)

Las empresas tienen que decidir cuántos intermediarios utilizarán en cada nivel del canal. Existen tres posibles estrategias:

- **Distribución exclusiva:** Significa limitar severamente el número de intermediarios, se usa cuando un productor quiere mantener el control del nivel de servicio y de las prestaciones de servicio ofrecen los revendedores. Esto a menudo implica acuerdos de trato exclusivo en los que los revendedores se comprometen a no trabajar marcas competidoras. Al otorgar distribución exclusiva, el productor espera obtener vendedores más dedicados y con mayores conocimientos del producto.
- **Distribución selectiva:** Implica usar más de unos cuantos pero menos de todos los intermediarios que están dispuestos a trabajar un producto dado. La utilizan empresas establecidas y las empresas nuevas buscando distribuidores. La empresa no tiene que disipar sus esfuerzos demasiado expendidos, y puede lograr una cobertura adecuada del mercado con más control y menos costo que la distribución intensiva.
- **Distribución Intensiva:** Consiste en que el fabricante coloca los bienes o servicios en el mayor número de expendios posible. Tal estrategia suele usarse con artículos como productos para los cuales el consumidor requiere mucha comodidad de ubicación. (Kotler, 2001)

Chesterton, en el Ecuador mantiene la estrategia de DISTRIBUCIÓN EXCLUSIVA con la finalidad de garantizar la calidad del servicio debido a la naturaleza técnica del producto.

MANEJO DE MATERIALES Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSIGNACIÓN ESTIPULACIONES IMPORTANTES DEL CONVENIO DE CONSIGNACIÓN CHESTERTON

La formalización de la asociación entre el proveedor y el cliente comienza con un Acuerdo de consignación que tiene una duración de un año calendario a partir de su suscripción y podrá ser renovado en periodos similares. El último documento fue firmado en junio de 2015 y contiene puntos importantes que sirven como políticas y guías a seguir en el manejo de los productos consignados. Los períodos sucesivos

han sido objeto de renovaciones automáticas, dado que no se han contemplado cambios ni de fondo ni de forma, por la confianza entre las partes.

1. OBJETO DEL ACUERDO

- 1.1. El distribuidor, proveedor o “consignante”, se obliga a entregar al grupo empresarial o “consignatario” los productos CHESTERTON; que deberán adquirir y tener disponible en sus bodegas principales. Los ítems se detallan bajo los códigos del consignatario a continuación:

CÓDIGO O ÍTEM
180112920
180112903
180112879
180113082
180112876
180112891
180110011
180112894
180112933
150011106
180343618
180340093
180117780
180346793
180345575
180341141

*Tabla 2: Tabla de insumos consignados
Fuente: Convenio de consignación*

- 1.2. Los insumos deberán ser entregados en las bodegas respectivas con el carácter de consignados, los mismos que seguirán siendo de propiedad del consignante, bajo la responsabilidad del consignatario en lo que concierne a su manejo, almacenaje y control de inventarios.
- 1.3. Las partes se basarán en un inventario de cada uno de los ítems que conforman el acuerdo, a efecto de determinar cantidades mínimas y máximas de stock de los productos debido a mantener el consignatario al menos la cantidad mínima de cada uno de los ítems, o según el documento de autorización emitido por el consignatario.
- 1.4. Las cantidades específicas en dichos inventarios representan el nivel promedio de consumo anual.
- 1.5. Para determinar las existencias mínimas a ser mantenidas en las bodegas, de productos de rotación lenta o especial aplicación deberán apearse al cronograma de mantenimiento que establezca y facilite la compañía.

2. COMPRA-VENTA Y FACTURACIÓN

- 2.1. Conforme el consignatario requiera utilizar cualquiera de los productos, al efectuarse el respectivo egreso de sus bodegas, las mismas adquirirán la propiedad de tales ítems.
- 2.2. La facturación se realizará cada quince días. Luego de efectuada la verificación de los ítems utilizados en la presencia del personal del consignatario y el consignante.
- 2.3. No se consideran pérdidas a los productos que habiendo sido documentalmente ingresados y recibidos por el consignatario. Constituyen faltantes en la toma física. En caso de siniestro el consignante facturará la cantidad que se encontrara en stock en el correspondiente faltante.
- 2.4. En relación a todos los productos entregados y que tengan un año sin rotación en poder de la consignataria, la consignante procederá a la facturación inmediata para su correspondiente cancelación por parte de la consignataria.

3. DEVOLUCIONES

Cuando algún producto no cumpliera con las características requeridas, el consignatario procederá a la devolución mediante documento escrito que la justifique, emitido por su departamento logístico.

4. PAGO

El pago de las facturas emitidas por el consignante, correspondientes a consumos efectuados por el consignatario se hará a 45 días desde la fecha de la factura.

5. OBLIGACIONES DEL CONSIGNANTE:

- 5.1. No entregar, facilitar, divulgar o hacer pública, principalmente a competidores de información alguna sobre sus procesos industriales, equipos y maquinarias, productos o cualquier otro aspecto organizativo o administrativo.
- 5.2. Mantener informada a la compañía a través de sus departamentos de mantenimiento, logística y almacenes sobre los avances, mejoras, nuevos diseños, etc, de los productos objeto de este contrato o sobre sustitutos o equivalentes.
- 5.3. Garantizar de manera más amplia el correcto y normal desempeño o funcionamiento de los productos amparados por el acuerdo. Responder por cualquier daño consecuencia de uso o utilización que acarree, siempre y cuando los productos hubieren sido manejados de manera conforme a sus

especificaciones técnicas. El consignante no responderá por las consecuencias que pudiera acarrear el mal manejo o desconocimiento de la aplicación por parte de la consignataria.

- 5.4. Cumplir estrictamente y con obligatoriedad de mantener stock de los productos, respetando los tiempos de reposición y niveles de inventario pactados.
- 5.5. Someterse a las políticas del Sistema de Calidad ISO 9001, en lo que fuera pertinente.
- 5.6. Abastecer los stocks mínimos.
- 5.7. Designar a las personas responsables de la auditoría y verificación del inventario de productos entregados en consignación debiendo informar por escrito sobre dicha designación a la compañía.

6. CAPACITACIÓN

La consignataria, a su cuenta y riesgo se obliga a brindar capacitación al personal que designe la compañía sobre los temas que de común acuerdo se establecieran conjuntamente con los responsables del departamento de mantenimiento. El programa de capacitación deberá consistir en un evento técnico de una duración mínima de 4 horas. La fecha de realización así como la temática respectiva deberá definirse por mutuo acuerdo con una anticipación mínima de 30 días.

ADMINISTRACIÓN INTERNA DEL CONSIGNATARIO DE INVENTARIOS

El inicio del proceso de abastecimiento, comienza en el departamento de bodega o almacén general, encargado de proporcionar un espacio físico para los elementos básicos que permiten llevar a cabo los procesos productivos, recibirlos y controlarlos para luego proveer a sus diferentes clientes internos.

En teoría, la gestión de existencias, se decide sobre ciertos principios estratégicos:

1. Determinar los artículos que conviene tener en el almacén y qué cantidades.
2. Elegir los modos de suministro y plazos para nuevos suministros.
3. Seleccionar un modo de evaluación del stock y ponerlo en práctica, etc.

Un sistema debe contemplar, además, la temporalidad del stock, esto es, las variaciones, tanto anual, mensual, semanal, diaria. (Godoy Valenzuela, 2014)

Fundamentado en las observaciones de sus procesos y la cantidad de requerimientos de sus clientes internos que determinan la rotación del inventario, el cliente de este caso particular, condiciona de la siguiente manera las especificaciones necesarias para tener un stock en consignación:

TEORÍA	PRÁCTICA
Determinar los artículos que conviene tener en el almacén y qué cantidades.	Alta rotación: Requerimientos de un mismo ítem mensual Mediana Rotación: Requerimientos de un mismo ítem 4 a 5 meses
Elegir los modos de suministro y plazos para nuevos suministros.	Se elige el modo de suministro de consignación con rotaciones altas y medianas
Seleccionar un modo de evaluación del stock y ponerlo en práctica, etc	No existe un método de evaluación con indicadores de gestión

Tabla 3: Criterios de elección del modo de suministro

Fuente: Elaborado por la autora

A decir del Jefe de almacén, se manejan seis mil códigos de insumos en bodega, y entre mil quinientos a dos mil, pertenecen a ítems de diferentes proveedores con los que mantienen acuerdos de consignación.

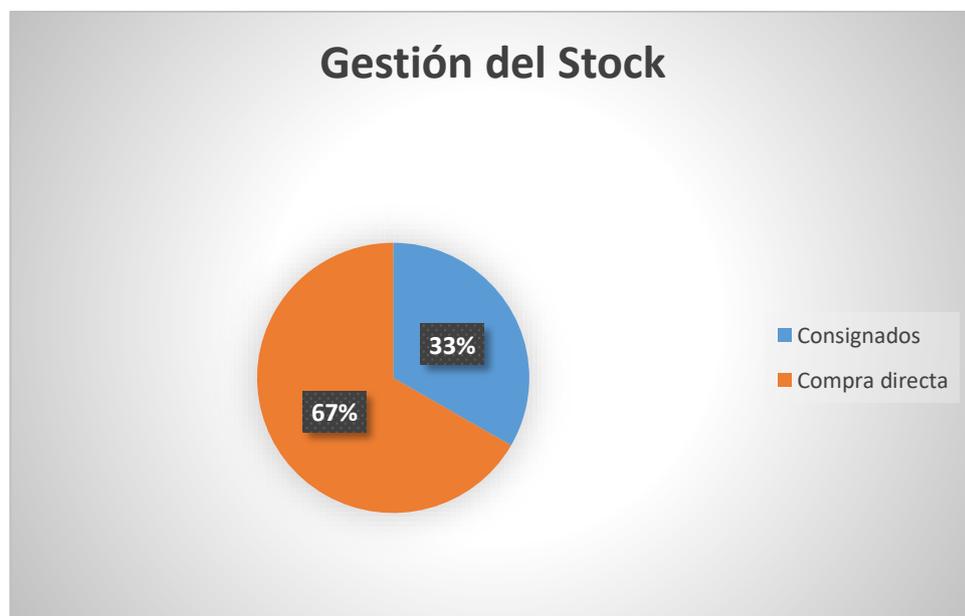


Ilustración 5 Gestión de Inventario

Fuente: Elaborado por la autora

En lo referente a la gestión del acuerdo de consignación con el distribuidor de Chesterton, el procedimiento se desarrolla según las siguientes ilustraciones:

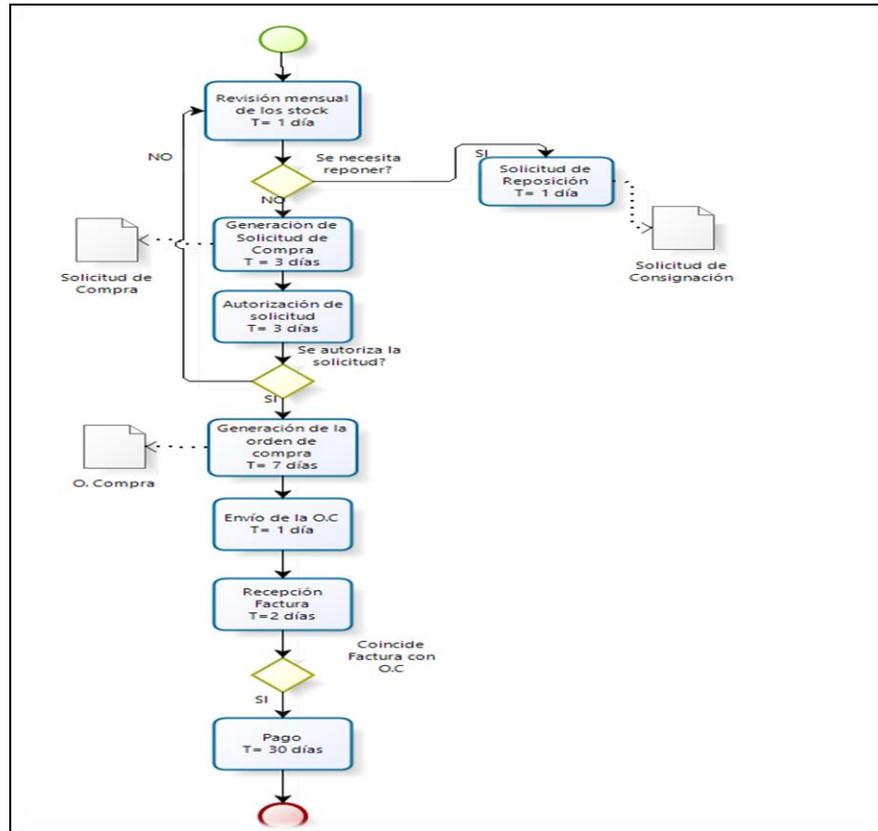


Ilustración 6: Proceso Consignatario
Fuente: Elaborado por la autora

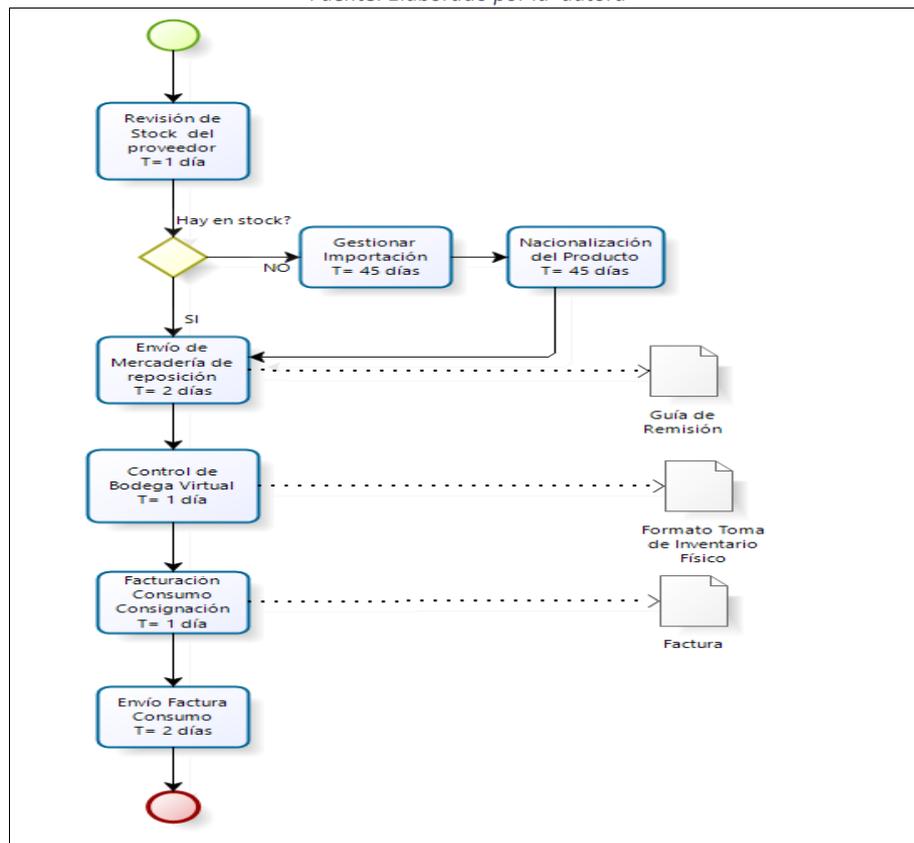


Ilustración 7 Proceso Consignante
Fuente: Elaborado por la autora

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

El proceso es un conjunto lógico, coherente, planeado secuencial y organizado de actividades pre-establecidas, que pretende siempre el alcance pleno que en este caso es atender la demanda presente de los involucrados.

La célula individual de un proceso son las actividades, las cuales se definen como acciones que las personas hacen sobre el entorno y/o recursos, como también son funciones que aplican sobre ellas mismas o sobre otras personas, relacionadas con el inventario o con el proceso que atiende.

La metodología procesal, exige participación intensiva de los demandantes (cliente o consignatario) y oferentes (proveedor), como de las demás personas involucradas en el proceso. (Mora Gutierrez, 2014)

REVISIÓN MENSUAL DE STOCK:

Coordinación entre Proveedor-Cliente de una revisión mensual del inventario físico que implica un conteo de unidades de los productos que corresponden a la línea MRO; a las láminas de sellado estático y los kits de compuestos cerámicos para recubrimientos; pesaje de las empaquetaduras para constatar o no el consumo de las mismas. De esta actividad, se determina si es necesario o no la reposición de producto. La compañía realiza paradas programadas mensuales por lo que siempre hay consumos.

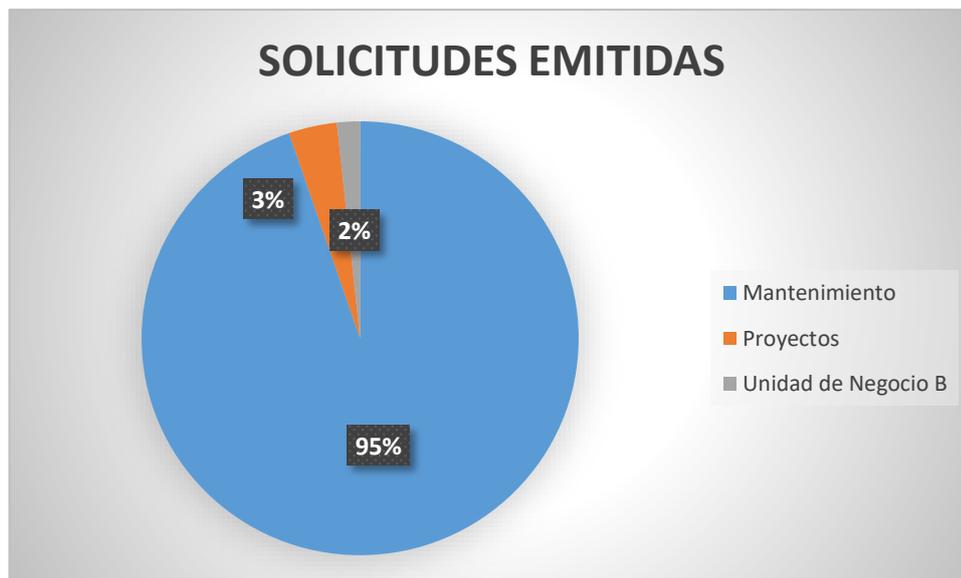
GENERACIÓN DE LA SOLICITUD DE COMPRA

Con compilación de los diferentes egresos realizados por el cliente durante el mes; documentos que respaldan la salida de bodega de los insumos consignados se procede a llenar un formato de solicitud de compra que contiene los consumos hasta la fecha de la toma de inventario físico.

AUTORIZACIÓN DE SOLICITUD

Con la generación de la Solicitud de Compra, se procede a la firma de autorización por parte del jefe del departamento que consumió el elemento. En este proceso se evidencia los diferentes usuarios dentro de la compañía para los que la consignación es necesaria.

En un análisis de las solicitudes de compra autorizadas y receptadas desde el 2012, se probó el nivel de uso de los productos de consignación en los diferentes departamentos involucrados en su consumo.



*Ilustración 8: Participación por departamento en solicitud de compras
Fuente: Elaborado por la autora*

El gráfico demuestra que el enfoque del estudio debe estar centrado en el manejo con del Departamento de Mantenimiento pues son los responsables del consumo en un 95%.

GENERACIÓN DE LA ORDEN DE COMPRA

Con la firma de autorización respectiva, el departamento de compras procede revisar los precios que previamente han sido pactados mediante el contrato con el consignatario.

ENVÍO DE LA ORDEN DE COMPRA

Con la confirmación de los precios por parte del proveedor, el cliente procede a una última revisión y a la autorización de la Gerencia General para la emisión de la Orden de Compra que es enviada electrónicamente al consignate para su facturación.

RECEPCIÓN DE LA FACTURA

Se receipta el documento emitido por el cliente que debe igual a la orden de compra. Si este tuviera una inconformidad se devolverá al proveedor para su cambio, caso contrario, pasará al trámite contable y su etapa final de pago.

PAGO

Se procede según lo estipulado mediante el acuerdo de consignación con un tiempo plazo de cancelación de la factura de 45 días.

VINCULACIÓN DEL CONSIGNANTE EN EL PROCESO DE GESTIÓN

Por otro lado, por parte del consignante el proceso se vincula así:

GENERACIÓN DE REPOSICIÓN DE STOCK

El cliente procede a realizar una Solicitud de Consignación, documento que transcribe la Solicitud de Compra pues considera que es lo que se debe reponer, sin embargo, a través del tiempo ha sido poco práctico emitir este documento pues la reposición no puede ser exactamente igual a lo consumido pues existen limitaciones por el tipo de presentación que tienen los productos, en el caso de las empaquetaduras, cajas de cinco y diez libras, mientras que en los insumos MRO, cajas de 12 unidades.

Esta solicitud ya sea verbal o escrita, conlleva a:

REVISIÓN DEL STOCK DEL CONSIGNANTE:

Observación física de los productos en inventario en las bodegas del proveedor. En este proceso pueden generarse dos opciones: el envío inmediato de productos o generar un pedido de importación.

GESTIÓN DE IMPORTACIÓN

Si el producto no se encuentra en stock, se genera un pedido de importación. Este proceso es crítico debido a que de él depende una respuesta oportuna sobre todo en los productos que tienen mayor tiempo de entrega desde fábrica como son los casos de los sellos de cartucho, la cinta de fibra de vidrio y los productos de mantenimiento. Estos últimos por su naturaleza química en su gran mayoría deben ser traídos vía marítima lo que alarga su tiempo de entrega.

NACIONALIZACIÓN

Según PRO ECUADOR, una Importación a consumo es la nacionalización de mercancías extranjeras ingresadas al país para su libre disposición; uso o consumo definitivo, una vez realizado el pago respectivo de los tributos al comercio exterior.

Estos procesos son críticos pues determinan EL TIEMPO DE RESPUESTA DE REPOSICIÓN si se da un quiebre en el stock. Los tiempos de importación en condiciones estándar de los ítems consignados varían de la siguiente manera:

CÓDIGO	CANTIDAD MINIMA DE IMPORTACIÓN	UNIDAD	TIEMPO DE IMPORTACIÓN	CLASIFICACIÓN DE PELIGROSIDAD
180112920	5	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
	10	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
180112903	10	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
180112879	2	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
	5	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA

CÓDIGO	CANTIDAD MINIMA DE IMPORTACIÓN	UNIDAD	TIEMPO DE IMPORTACIÓN	CLASIFICACIÓN DE PELIGROSIDAD
180113082	2	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
	5	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
	10	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
180112876	2	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
	5	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
	10	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
180112891	10	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
180110011	10	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
180112894	5	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
	10	LB	3-5 SEMANAS	NINGUNA
180112933	15	MT	8-12 SEMANAS	NINGUNA
150011106	1	U	8-12 SEMANAS	NINGUNA
180343618	12	U	6-8 SEMANAS	INFLAMABLE
180340093	12	U	6-8 SEMANAS	INFLAMABLE
180117780	12	U	6-8 SEMANAS	NINGUNA
180346793	12	U	6-8 SEMANAS	NINGUNA
180345575	12	U	6-8 SEMANAS	INFLAMABLE
180341141	6	U	6-8 SEMANAS	TÓXICO

Tabla 4: Lead time & Cantidades por producto importado

Fuente: Elaborado por la autora

Un quiebre en stock, requiere de medidas emergentes como el transporte aéreo que si bien subsanan la emergencia, incrementan el costo que es asumido por el proveedor sin ser traspasado al cliente.

Las limitaciones de un servicio aéreo en las diferentes compañías que ofrecen este servicio pueden ser máximo de 50 Kg y \$2.000,00 FOB; la carga en un máximo de 7 días en el país. En caso de que la mercadería no sea considerada peligrosa.

En el caso de productos como aerosoles que son considerados carga peligrosa, un transporte, no pueden ser transportados vía aérea.

Se considera carga peligrosa a cualquier producto que sea explosivo, inflamable, oxidante, venenoso, infeccioso, radioactivo o corrosivo. Son muchos los procesos de producción industrial que utilizan como insumo de manufactura y también como subproducto del proceso productivo.

Las Instrucciones técnicas de manejo de la Organización de Aviación Civil Internacional OACI, tiene una lista detallada especificando las sustancias peligrosas de la clasificación de las Naciones Unidas, la aceptabilidad y las condiciones de transporte aéreo.

Global Harmonized System (GHS) es un sistema aplicable para el etiquetado y clasificación de productos químicos. El Global Harmonized System (GHS) fue una iniciativa de Naciones Unidas firmada en 1995 para unificar clasificaciones y advertencias de químicos industriales.

Sistema Globalmente Armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos



PELIGROS FÍSICOS			PELIGROS PARA LA SALUD HUMANA		
Clases de peligro y categorías de peligro*	Elementos de la etiqueta NUEVO**	Elementos de la etiqueta ANTIGUO	Clases de peligro y categorías de peligro*	Elementos de la etiqueta NUEVO**	Elementos de la etiqueta ANTIGUO
Explosivos • Explosivos inestables • Explosivos divisiones 1.1 a 1.3 Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipo A, B Peróxidos orgánicos, tipos A, B	H200 H201, H202, H203 H240, H241 H240, H241	(R2, R3)	Toxicidad aguda, categorías 1, 2 • Oral • Cutánea • Inhalación	H300 H310 H300	R28 R27 R26
Explosivos, división 1.4	H204	Sin clasificación	Toxicidad acuática, categoría 3 • Oral • Cutánea • Inhalación	H301 H311 H331	R25 R24 R23
Gases inflamables, categoría 1 Aerosoles inflamables, categoría 1 Líquidos inflamables, categoría 1	H220 H222 H224	(R12) (R12) R12	Mutagenicidad en células germinales, categorías 1A, 1B Carcinogenicidad, categorías 1A, 1B Toxicidad para la reproducción, categorías 1A, 1B STOT*** tras exposición única, categoría 1 STOT*** tras exposiciones repetidas, categoría 1	H340 H350 H360 H370 H372	R45 R49 R60, R61 R68 R48
Líquidos inflamables, categoría 2 Sólidos inflamables, categoría 1 Sólidos inflamables, categoría 2	H225 H228 H228	(R11) (R11) (R11)	Sensibilización respiratoria, categoría 1 Toxicidad por aspiración, categoría 1	H334 H304	R42 R65
Aerosoles inflamables, categoría 2 Líquidos inflamables, categoría 2	H223 H226	Sin símbolo R10	Mutagenicidad en células germinales, categoría 2 Carcinogenicidad, categoría 2 Toxicidad para la reproducción, categoría 2 STOT*** tras exposición única, categoría 2 STOT*** tras exposiciones repetidas, categoría 2	H351 H351 H361 H371 H373	R68 R49 R60, R61 R68 R48
Líquidos piróforos, categoría 1 Sólidos piróforos, categoría 1 Sustancias/mezclas que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables, categorías 1, 2 y categoría 3	H250 H251 H251 H251	(R17) (R17) (R15) (R15)	Toxicidad aguda, categoría 4 • Oral • Cutánea • Inhalación	H302 H312 H332	R22 R21 R50
Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipo B Sustancias/mezclas que reaccionan espontáneamente, tipos C y D y tipos E y F Sustancias/mezclas que experimentan calentamiento espontáneo, categoría 1 y categoría 2	H241 H242 H242 H252	(R12) R12 R12	Corrosión cutánea, categorías 1A, 1B, 1C	H314	R34, R35
Peróxidos orgánicos, tipo B Peróxidos orgánicos, tipos C y D Peróxidos orgánicos, tipos E y F	H241 H242 H242	(R17) R17 R17	Lesión ocular grave, categoría 1	H318	R41
Gases comburentes, categoría 1 Líquidos comburentes, categorías 1 y 2 y categoría 3 Sólidos comburentes, categorías 1 y 2 y categoría 3	H270 H271, H272 H272 H271, H272 H272	(R8, R9) R8, R9 R8, R9	Iritación cutánea, categoría 2 Iritación ocular, categoría 2 Sensibilización cutánea, categoría 1 STOT*** tras exposición única, categoría 3 • Irritación de las vías respiratorias	H315 H318 H317 H335	R36 R38 R43 R37
Gases a presión • Gas comprimido • Gas licuado • Gas licuado refrigerado • Gas disuelto	H280 H280 H281 H280	Sin clasificación	• Efectos narcóticos	H336	Sin símbolo R67
Sustancias/mezclas corrosivas para los metales, categoría 1	H290	Sin clasificación	PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE		
			Peligro para el medio ambiente acuático, agudo, categoría 1 Peligro para el medio ambiente acuático, crónico, categoría 1	H400 H410	R50 R50/53
			Peligro para el medio ambiente acuático, crónico, categoría 2	H411	R51/53

Ilustración 9: Resumen SGA

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s.f.)

En caso de tenerlo en stock el proceso continúa así:

ENVÍO DE MERCADERÍA DE REPOSICIÓN

Cuando la mercadería se encuentra en stock, se procede a su envío al cliente con la emisión de una guía de remisión que por proceso interno de auditoría del cliente, es el documento autorizado para generar el ingreso a bodega del cliente.

GENERACIÓN DE INGRESO A LA BODEGA DE CONSIGNACIÓN

Con la guía de remisión, se genera un ingreso a la bodega de consignación, tomando en cuenta que este producto sigue siendo de propiedad del distribuidor; lo que implica un cambio en el estatus de las existencias entre las diferentes bodegas; este cambio se verá reflejado en el formato de toma física de inventario que es utilizado para la revisión mensual de stock.

GENERACIÓN DE EGRESOS DE LA BODEGA DE CONSIGNACIÓN

Con la recepción de la orden de compra, se procede a realizar el egreso de la bodega de consignación tanto del consignante como del consignatario (virtual); lo que

automáticamente genera un cambio en las existencias en inventario que se verá reflejado en el formato de toma física del Inventario usado para la revisión mensual de stock como se describió en el paso anterior.

FACTURACIÓN EL CONSUMO

La recepción de la orden de compra, da a lugar a la emisión de la factura; documento administrativo-contable que detalla lo consumido; equivalente a la orden de compra; y al que se registrará el consumidor para la liquidación de la cuenta generada.

ENVÍO DE LA FACTURA:

Con la revisión respectiva, donde se confirma que no existe diferencia alguna entre la orden de compra y la factura, se procede a enviar el documento y en consecuencia el pago de la misma.

ACTIVIDADES DE CONSUMO POR LÍNEA

De cierto modo, la clasificación representa el grado de esfuerzo que se da al inventario de la referencia con el más alto y más bajo costo.

Los productos de la consignación pueden ser utilizados en múltiples equipos, tal es el caso de los productos técnicos (MRO) que se utilizarán en actividades de ensamblaje, desensamblaje, limpieza, correcciones y reparaciones de más de un tipo de máquina dentro de la planta lo que hace muy difícil detallar el consumo de este tipo de elementos.

En lo que respecta a los productos de sellado de fluidos, están ligados con los costos de energía por fuga de material, agua, vapor, energía eléctrica, etc., pues el goteo de un fluido derivado de materia prima en las bombas de proceso incrementa el consumo de materia prima y energía cuyas pérdidas serán compensadas a costa de incrementar los costos productivos y de mantenimiento.

La falta de trazabilidad en el uso de productos por actividad, impide analizar por línea de negocio de Chesterton, su aplicabilidad, siendo esto parte de las recomendaciones del presente estudio de caso.

Uno de los costos asociados al mantenimiento son los materiales consumibles, y tomando en cuenta que el índice de mantenibilidad se asocia con la facilidad con que un elemento se puede restaurar a sus condiciones de funcionalidad establecidas, lo cual implica tener en cuenta todas las características y hechos previos ocurridos antes de alcanzar este estado de normalidad, tales como el diseño, montaje, operación, habilidades de los operarios, modificaciones realizadas, reparaciones anteriores, capacidad de operación, confiabilidad, los mantenimientos realizados a lo

largo y ancho de la vida útil de equipo calidad de los repuestos la limpieza, el impacto ambiental que genera, etc., que influyen directamente en el grado de mantenibilidad del equipo. Partiendo de la base de que sólo es posible aplicarles mantenimiento a aquellos equipos susceptibles de ser reparados. (Mora Gutiérrez, 2009)

Los costos asociados con las empaquetaduras y al sellado de fluidos, influyen para que el consignatario mantenga mayor información del consumo de las mismas ocupando estos elementos en sus 53 equipos críticos (suministradores de energía) de un total de 500 equipos.

COD. MAQ	CANTIDAD EQUIPOS	EMPAQUETADURA	SELLO MECANICO	DIMENSIONES DEL EMPAQUE O SELLO	ESTILO DE SELLO O EMPAQUETADURA	Cantidad de Anillos x equipo	Unidades	TOTAL EN EMPAQUETADUR A X EQUIPO
74-202	1	X		1/4	477-1	7	anillos	\$ 174,24
74-203	1	X		1/4	477-1	7	anillos	\$ 174,24
74-232	1	X		1/4	477-1	7	anillos	\$ 174,24
	8	X		1/4	477-1	3	anillos	\$ 130,03
74-86	1	X		3/8	477-1	12	anillos	\$ 478,64
74-87	1	X		3/8	477-1	12	anillos	\$ 478,64
74-116	1	X		3/8	477-1	5	anillos	\$ 119,66
74-117	1	X		3/8	477-1	5	anillos	\$ 119,66
74-96	1	X		3/8	477-1	5	anillos	\$ 119,66
74-97	1	X		3/8	477-1	5	anillos	\$ 119,66
74-241	1	X		3/8	477-1	5	anillos	\$ 119,66
74-242	1	X		3/8	477-1	5	anillos	\$ 119,66
	3	X		3/8	477-1	5	anillos	\$ 119,66
70-06	1	X		1/2	412W	12	metros	\$ 1.001,50
70-07	1	X		1/2	412W	6	metros	\$ 500,75
08-04	1	X		1/2	477-1	10	anillos	\$ 754,59
01-16	1	X		1/2	477-1	5-6	anillos	\$ 503,06
01-04	1	X		1/2	477-1	5-6	anillos	\$ 1.006,12
01-13	1	X		1/2	477-1	5-6	anillos	\$ 1.006,12
01-14	1	X		1/2	477-1	5-6	anillos	\$ 1.006,12
05-09	1	X		1/2	477-1	5	anillos	\$ 503,06
05-02	1	X		1/2	477-1	5	anillos	\$ 503,06
08-36	1	X		5/8	477-1	10	anillos	\$ 767,34
08-40	1	X		3/4	477-1	6	anillos	\$ 1.015,96
15-17	7	X		3/4	477-1	10	anillos	\$ 761,97
05-29	1	X		3/4	477-1	10	anillos	\$ 1.269,95
00-03	1	X		3/4	477-1	5-7	anillos	\$ 1.015,96
00-12	1	X		3/4	477-1	5-7	anillos	\$ 1.015,96
00-14	1	X		3/4	477-1	5-7	anillos	\$ 1.269,95
00-15	1	X		3/4	412 W	2	libras	\$ 230,82
02-14	1	X		9/16	477-1	5	anillos	\$ 775,86
02-15	1	X		9/16	477-1	5	anillos	\$ 775,86
08-59	1		X	1 3/8	150	1	unidad	\$ 800,00
08-62	1		X	1 3/8	150	1	unidad	\$ 800,00
08-57	1		X	1 3/4	150	1	unidad	\$ 1.221,75
08-58	1		X	1 3/4	150	1	unidad	\$ 1.221,75
70-06	1			2 X 1/4	289	15	metros	\$ 1.181,40
70-07	1			2 X 1/4	289	15	metros	\$ 1.181,40

Tabla 5: Tabla de uso de productos consignados por equipos
Fuente: Elaborado por la autora

La codificación utilizada en la tabla anterior obedece a la codificación de equipos del cliente.

ANÁLISIS FODA SITUACIÓN ACTUAL

Basado en la metodología de estudio FODA, considerada como una herramienta de análisis estratégico situacional que se define como “un método de planificación estratégica utilizada para evaluar las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas” (Avila, 2013), se puede llegar a diagnosticar la situación particular por lo que es importante determinar los criterios del entorno e internos de la consignación para su estudio.

Existe cierta complejidad en encontrar coincidencias plenas en el diagnóstico de la situación puntual, para el presente estudio se ha considerado analizar el entorno mediante los niveles de cumplimiento de las estipulaciones del acuerdo bilateral-comercial y su influencia positiva o negativa y por tanto las probabilidades de éxito de cualquier objetivo de mejora.

ESTIPULACIONES DE ACUERDO DE CONSIGNACION		NIVEL DE CUMPLIMIENTO		
1	OBJETO DEL ACUERDO	SE CUMPLE	CUMPLIMIENTO MEDIO	NO SE CUMPLE
1.1	El distribuidor, proveedor o "consignante", se obliga a entregar al grupo empresarial o "consignatario" los productos CHESTERTON; que deberán adquirir y tener disponible en sus bodegas principales	X		
1.2	Los insumos deberán ser entregados en las bodegas respectivas con el carácter de consignados, los mismos que seguirán siendo de propiedad del consignante, bajo la responsabilidad del consignatario en lo que concierne a su manejo, almacenaje y control de inventarios.	X		
1.3	Las partes se basarán en un inventario de cada uno de los ítems que conforman el acuerdo, a efecto de determinar cantidades mínimas y máximas de stock de los productos debido mantener el consignatario al menos la cantidad mínima de cada uno de los ítems, o según el documento de autorización emitido por el consignatario.		X	
1.4	Las cantidades específicas en dichos inventarios representan el nivel promedio de consumo anual.		X	
1.5	Para determinar las existencias mínimas a ser mantenidas en las bodegas, de productos de rotación lenta o especial aplicación deberán apegarse al cronograma de mantenimiento que establezca y facilite la compañía			X
2 COMPRA-VENTA Y FACTURACIÓN				
2.1	Conforme el consignatario requiera utilizar cualquiera de los productos, al efectuarse el respectivo egreso de sus bodegas, las mismas adquirirán la propiedad de tales ítems.	X		
2.2	La facturación se realizará cada quince días. Luego de efectuada la verificación de los ítems utilizados en la presencia del personal del consignatario y el consignante.		X	
2.3	No se consideran pérdidas a los productos que habiendo sido documentalmen te ingresados y recibidos por el consignatario. Constituyen faltantes en la toma física. En caso de siniestro el consignante facturará la cantidad que se encontrara en stock en el correspondiente faltante	X		
2.4	En relación a todos los productos entregados y que tengan un año sin rotación en poder de la consignataria, la consignante procederá a la facturación inmediata para su correspondiente cancelación por parte de la consignataria.			X
3 DEVOLUCIONES				
	Cuando algún producto no cumpliera con las características requeridas, el consignatario procederá a la devolución mediante documento escrito que la justifique, emitido por su departamento logístico.			X
4 PAGOS				
	El pago de las facturas emitidas por el consignante, correspondientes a consumos efectuados por el consignatario se hará a 45 días desde la fecha de la factura.	X		
5 OBLIGACIONES DEL CONSIGNANTE				
5.1	No entregar, facilitar, divulgar o hacer pública, principalmente a competidores de información alguna sobre sus procesos industriales, equipos y maquinarias, productos o cualquier otro aspecto organizativo o administrativo.	X		
5.2	Mantener informada a la compañía a través de sus departamentos de mantenimiento, logística y almacenes sobre los avances, mejoras, nuevos diseños, etc, de los productos objeto de este contrato o sobre sustitutos o equivalentes.	X		
5.3	Garantizar de manera más amplia el correcto y normal desempeño o funcionamiento de los productos amparados por el acuerdo. Responder por cualquier daño consecuencia de uso o utilización que acarree, siempre y cuando los productos hubieren sido manejados de manera conforme a sus especificaciones técnicas. El consignante no responderá por las consecuencias que pudiera acarrear el mal manejo o desconocimiento de la aplicación por parte de la consignataria.		X	
5.4	Cumplir estrictamente y con obligatoriedad de mantener stock de los productos, respetando los tiempos de reposición y niveles de inventario pactados.		X	
5.5	Someterse a las políticas del Sistema de Calidad ISO 9001, en lo que fuera pertinente.	X		
5.6	Abastecer los stocks mínimos.		X	
5.7	Designar a las personas responsables de la auditoría y verificación del inventario de productos entregados en consignación debiendo informar por escrito sobre dicha designación a la compañía.	X		
6 CAPACITACION				
	La consignataria, a su cuenta y riesgo se obliga a brindar capacitación al personal que designe la compañía sobre los temas que de común acuerdo se establecieran conjuntamente con los responsables del departamento de mantenimiento. El programa de capacitación deberá consistir en un evento técnico de una duración mínima de 4 horas. La fecha de realización así como la temática respectiva deberá definirse por mutuo acuerdo con una anticipación mínima de 30 días.	X		

Tabla 6: Cumplimiento acuerdo consignación (Entorno donde se desarrolla)
Fuente: Elaborado por La autora

El análisis interno de diagnóstico, se plantea en la interacción del funcionamiento de los departamentos de Bodega y Mantenimiento del cliente mediante el estudio de aspectos que permiten medir la situación interna y trazar líneas de mejora (González Fernández, 2014).

Las herramientas, repuestos e insumos son elementos básicos para llevar a cabo las tareas correctivas o proactivas de mantenimiento que deben acomodarse a la estrategia y a la táctica seleccionada con un manejo coherente con la política general de gestión y manejo de inventarios.

ASPECTOS DE BODEGA SOBRE LA COMPRA Y LOGÍSTICA DE REPUESTOS Y EQUIPOS ELABORADO CONJUNTAMENTE CON EL JEFE DE BODEGA DEL CONSIGNANTE Y EL PROVEEDOR CONSIGNATARIO	CUMPLE	CUMPLIMIENTO MEDIANO	NO CUMPLE
Tienen una zona específica o diferenciada para consignaciones de uso de mantenimiento	X		
Dispone de un sistema que alerte el seguimiento de pedidos reposición que tenga en cuenta las necesidades del usuario final	X		
El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de la forma informatizada y disponible el valor, número de artículos, tiempo de llegada, etc.		X	
Están los artículos de consignación identificados y codificados	X		
Los procedimientos de aprovisionamiento en las consignaciones son rápidos y flexibles y cumplen las expectativas para las urgencias	X		
Tienen facilidad y homologados suministradores distintos al proveedor que consigna los artículos en el almacén	X		
Tienen un sistema rápido y eficaz de reposición de equipos y sistemas de inventario		X	
Hay coordinación y acuerdo entre el servicio de compras y de mantenimiento para las decisiones de compra y negociación con los suministradores		X	
Los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y factibles		X	

Tabla 7: Evaluación de condiciones internas bodega consignatario

Fuente: Elaborado por la Autora junto con el Jefe de Bodega de la empresa consignataria

Como se concluyó en párrafos anteriores, el 95% de los consumos dependen del departamento de mantenimiento, razón por la que se también se examina con el Jefe del departamento de Mantenimiento el control técnico de sus instalaciones y equipos. Utilizar un sistema para administrar y controlar el manejo de los repuestos y las

materias primas de mantenimiento se considera un instrumento avanzado pues con su aplicación se logran sustanciales ahorros en la gestión y operación del mantenimiento industrial. (Mora Gutiérrez, 2009)

Los costos de repuestos e insumos son rubros importantes dentro de la inversión de los gastos habituales de mantenimiento. Se considera que las empresas que desarrollan políticas de manejo de inventarios pueden alcanzar ahorros superiores al 30% mensual en el capital destinado para estas actividades. (Mora Gutiérrez, 2009)

ASPECTOS DE MANTENIMIENTO: CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS ELABORADO CONJUNTAMENTE CON EL JEFE DE MANTENIMIENTO DEL CONSIGNANTE Y EL PROVEEDOR CONSIGNATARIO	CUMPLE	CUMPLIMIENTO MEDIANO	NO CUMPLE
¿Dispone de un inventario debidamente identificado de la ubicación de los equipamientos de la unidad?		X	
¿Se registra sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamiento?		X	
¿Hay un archivo de cada equipo o instalación y sus subgrupos funcionales con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo en cada uno de ellos y su costo?		X	
¿Tienen efectuados análisis de criticidad de equipos, estudios de averías y modos de fallos, etc.?	X		
¿Disponen de información sobre las horas pasadas, las piezas consumidas y los costos de cada equipo?	X		
¿Se revisa periódicamente la situación del inventario de equipo y su documentación?	X		
¿Tiene posibilidad de analizar, sistema por sistema, el costo real de sus ciclos de vida-LCC?		X	
El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de forma informatizada y disponible el valor, número de artículos, tiempo de llegada, etc.		X	
Los procedimientos de aprovisionamiento en las consignaciones son rápidos y flexibles y cumplen las expectativas para las urgencias		X	
Tienen un sistema rápido y eficaz de reposición de equipos y sistemas de inventario			X
Hay coordinación y acuerdo entre el servicio de compras y de mantenimiento para las decisiones de compra y negociación con los suministradores	X		
Los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y factibles		X	

Tabla 8: Evaluación de procesos de control Consignatario

Fuente: Elaborado por la autora junto con el Jefe de mantenimiento de la empresa consignataria

Como consecuencia de las tablas anteriormente expuestas se da comienzo a la revisión del estado real del sistema de consignación. Para lograrlo se definió punto a punto que nivel de cumplimiento se registra.

La exploración de cada particularidad, fue analizada por el jefe de bodega, el jefe de mantenimiento y el responsable de la consignación designado por el proveedor pues la evaluación en equipo permite minimizar los errores y vincular las percepciones de cada uno de los involucrados.

MATRÍZ FODA			
MANEJO DE INVENTARIO POR CONSIGNACIÓN CHESTERTON			
DEBILIDADES		AMENAZAS	Tanto para el consignante como para el consignatario, la inexistencia de información de máximos y mínimos de stock para la consignación
			Tanto para el consignante como para el consignatario, las reposiciones de producto en forma empírica, fundamentadas principalmente en la experiencia, lo que implica que sean poco efectivas por falta de coordinación y comunicación oportuna
			Tanto para el consignante como para el consignatario, la lenta ejecución de procedimientos operativos-administrativos
			Para el consignante, deficiente organización de información en lo referente a la ubicación e identificación de los equipos.
			Para el consignatario, limitaciones en el sistema informático interno actual
FORTALEZAS	Buena relación COMERCIAL entre el consignante y el consignatario	OPORTUNIDAD	Para el consignatario, disposición para mejoramiento de la infraestructura informática que permita el aprovechamiento, mejor organización y manejo de la información que sea completa y fiable
			Para el consignatario, la actualización constante de análisis de criticidad, averías, modos de fallo, costos y consumos de los equipos.
			Para el consignante, la cultura de medición del consignatario constituye una oportunidad de crecimiento mediante la capacitación, para solucionar problemas del cliente.
	Para el Consignante, la variabilidad en el costo por tener un stock alto debido a que los procesos de aprovisionamiento que aunque son flexibles varían los márgenes de rentabilidad para poder cumplir con las urgencias. En caso de stock bajo, los costos de importación, también generan disminuciones sensibles en la rentabilidad de las líneas.		
	Desconocimiento del proveedor o consignante sobre la aplicación o uso específico del producto consignado, perdiendo trazabilidad sobre el desempeño de los mismos.		
	Para el Consignante, se puede tener confiabilidad en el manejo de los productos en custodia del cliente		
	Garantía del correcto y normal desempeño de los productos que se encuentran respaldados con la calidad y entrenamiento al cliente por parte del proveedor para los diferentes usos de los mismos. Estos valores están reconocidos como promesa de valor de una marca fuerte.		

Tabla 9: Análisis FODA
Fuente: Elaborado por la autora

ESTRATEGIAS FO, FA, DO, DA

ESTRATEGIA FO: ESTRATEGIA OFENSIVA	ESTRATEGIA DO: ESTRATEGIA OFENSIVA
Vincular la información aprovechando la relación y confiabilidad entre el consignante y consignatario que está constantemente en actualización para completarla y organizarla obteniendo datos confiables y disponibles sin subutilizar la infraestructura instalada	Indagar la información disponible de análisis de equipos para minimizar el impacto de los costos en el stock, fiabilidad de la información y la repercusión en el margen de rentabilidad.
	Involucrar a la cultura de medición del consignatario para generar trazabilidad que permita al consignante generar soluciones a problemas que se presenten con capacitación y nuevos productos.
	Aprovechar la infraestructura informática del cliente para completar la información disponible provocando fluidez en la comunicación y mejorar el procedimiento de aprovisionamiento en la consignación.
ESTRATEGIA FA: ESTRATEGIA DEFENSIVA	ESTRATEGIA DA: ESTRATEGIA DEFENSIVA
Explotar la buena relación entre el consignante y el consignatario para mejorar el procedimiento de reposición de productos estableciendo máximos y mínimos y con la mejora de comunicación efectiva y programas de capacitación de marca que permitirán la organización de la información y enfrentar las limitaciones del sistema interno.	Minimizar la variabilidad de los costos con establecimiento de stocks máximos y mínimos que no permitan quiebres en el inventario
	Organizar la información receptada por parte del consignatario para mejorar el procedimiento operativo-administrativo en tiempos y ejecución, además cuantificar técnicamente la reposición y planeación de reposición de inventario

Tabla 10: Matriz estrategias FODA

Fuente: Elaborado por la autora

CAPÍTULO II: PRUEBAS DE MÉTODOS DE PRONÓSTICOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS DE LOS PRODUCTOS CHESTERTON PARA MANTENIMIENTO EN CONSIGNACIÓN

MARCO TEÓRICO

Estudiosos en la materia presentan herramientas indispensables para la toma de decisiones en estimaciones donde se debe tener claro que en mantenimiento el concepto de PREVISIÓN¹ se ha visto como un proceso en el cual se levanta información y analiza para realizar una estimación de lo que en futuro ocurrirá con un determinado factor en un entorno incierto. De esta manera se plantean tres grandes áreas de atención (Armis & Kely Hernandez, 2005):

1. El plazo de la previsión
2. La variable concreta a prever
3. La técnica de previsión a utilizar.

Un pronóstico es una predicción de eventos futuros que se utilizan con propósitos de planificación, siendo necesarios para determinar que recursos se necesitan programar, programar los ya existentes y adquirir recursos adicionales. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

Los pronósticos precisos permiten que los programadores utilicen en forma eficiente la capacidad de sus máquinas, reduzcan tiempos de producción y recorten los inventarios.

Los métodos de pronóstico suelen basarse en modelos matemáticos que utilizan los datos históricos disponibles, en métodos cuantitativos extraídos de la experiencia administrativa o una combinación de ambos. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

El análisis y estudio de la información, es el tema central de este capítulo cuyo proceso a seguir es el presentado a continuación

¹ Previsión: Proceso en el cual se recolectan y analizan datos para realizar una estimación de lo que en futuro ocurrirá en un entorno incierto. (Armis & Kely Hernandez, 2005)

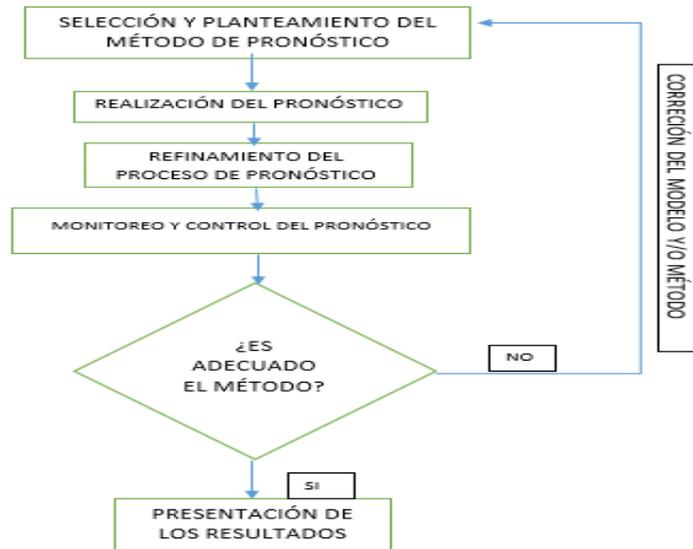


Ilustración 10: Proceso de análisis de información
Fuente: (Armis & Kely Hernandez, 2005)

PRONÓSTICOS

Los pronósticos futuros de las necesidades de cualquier índole; en la gran mayoría se hacen de manera intuitiva y/o subjetiva al no tener fundamentación científica ni manejar metodologías ST (método de pronóstico son series temporales) o RNA (método de pronóstico mediante redes neuronales). En el mejor de los casos usan medias móviles, que poseen otras características técnicas que no les permiten ser utilizadas como modelos proyectivos de previsiones, entre otros cambian, cuando se cambia la móvil y ese es su mayor influencia en su exactitud como método de pronóstico. (Mora Gutierrez, Mantenimiento, Planeación, Ejecución y control, 2013)

En mantenimiento, en ocasiones se apoyan en el criterio de que es mejor tener el repuesto (sin evaluar necesariamente, el estudio de la demanda) frente al costo de no tenerlo, otra costumbre que se tiene a veces es tomar la criticidad, que es un criterio al interno, como predominante en el sistema de cálculo, en otras situaciones utilizan los criterios de jerarquización que se basan en análisis de fallas, análisis de modos, los efectos, las causas y criticidades de las fallas, riesgos si se trabaja bajo la filosofía de RCM (Reliability centred Maintenance) mantenimiento basado en confiabilidad. (Mora Gutierrez, 2014)

Fundamentalmente se quiere mitigar los efectos que se generan por manejos poco ortodoxos, sin fundamentación científica ni técnica, con una gestión más intuitiva que fundamentada en desarrollos ya existentes en el mundo con probados éxitos en su

aplicación evitan costos adicionales como obsolescencia, desperdicio, etc. (Mora Gutierrez, Stock Cero, 2014)

CARACTERÍSTICAS DE LA DEMANDA

En la raíz de la mayoría de los negocios se encuentra el reto de pronosticar la demanda del cliente. En realidad, es una tarea difícil porque la demanda de bienes y servicios suele variar considerablemente. Para pronosticar la demanda es necesario descubrir los patrones básicos a partir de la información disponible. (Krajewsky & Ritzman P., Administración de operaciones, Procesos y Cadena de valor, 2008)

Los *patrones de la demanda* son las observaciones repetidas de la demanda de un producto tomando como base el orden en que se realizan forman un patrón que se conoce como serie de tiempo. Los patrones básicos de la mayoría de las series de tiempo aplicables a la demanda son:

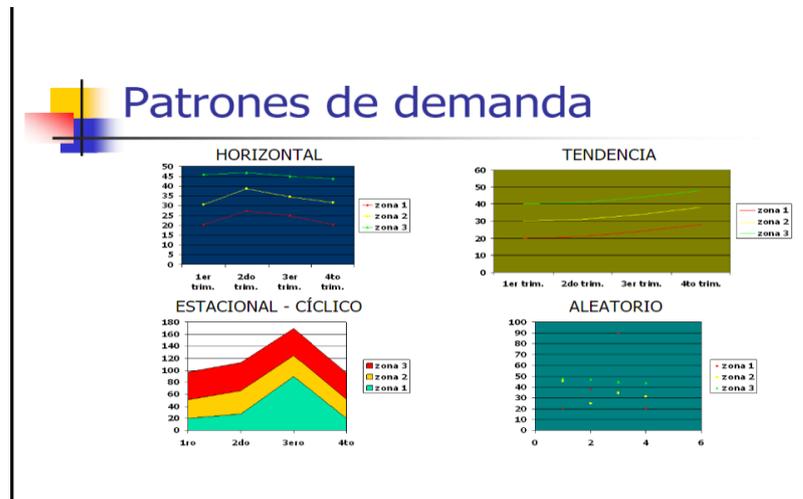


Ilustración 11: Patrones de la demanda

Fuente: (Pérez de Gudiño, s.f)

1. Horizontal: Fluctuación de los datos en torno a una media constante.
2. De tendencia: El incremento o decremento sistemático de la media de la serie a través del tiempo.
3. Estacional-Cíclico: Un patrón repetible de incrementos o decrementos de la demanda dependiendo de horas del día, semanas, meses, temporadas o períodos más largos de tiempo.
4. Aleatorio, es decir una serie de variaciones imprevisibles de la demanda.

Los patrones de demanda horizontal, de tendencia, estacional y cíclico se combinan en diversos grados para definir el patrón fundamental de tiempo de demanda que corresponde a un producto o servicio. La aleatoria, es resultado de causas fortuitas y por lo tanto, no se puede ser previsto. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

En la realidad para que un sistema de pronóstico proporcione algún tipo de estimación de la demanda para bienes y servicios individuales, puede ser más sencillo pronosticar la demanda total para grupos o conjuntos y derivar después a los pronósticos correspondientes a productos o servicios individuales. Además, de la selección de la unidad de medición apropiada para efectuar pronósticos es tan importante como la habilidad para escoger el mejor método (Krajewsky & Ritzman P., 2008).

SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE PRONÓSTICO

El papel fundamental para decidir la técnica de pronóstico a emplear recae sobre la etapa del ciclo de vida en que se encuentra un artículo.

En el siguiente cuadro se presentan las diferentes técnicas de pronóstico que a consideración del artículo pueden utilizarse para prever la demanda futura del artículo en función de su fiabilidad, recomendado utilizar en primer lugar, aquellos métodos más sencillos, siempre y cuando no sea necesario obtener pronósticos extremadamente precisos. (Armis & Kely Hernandez, 2005)

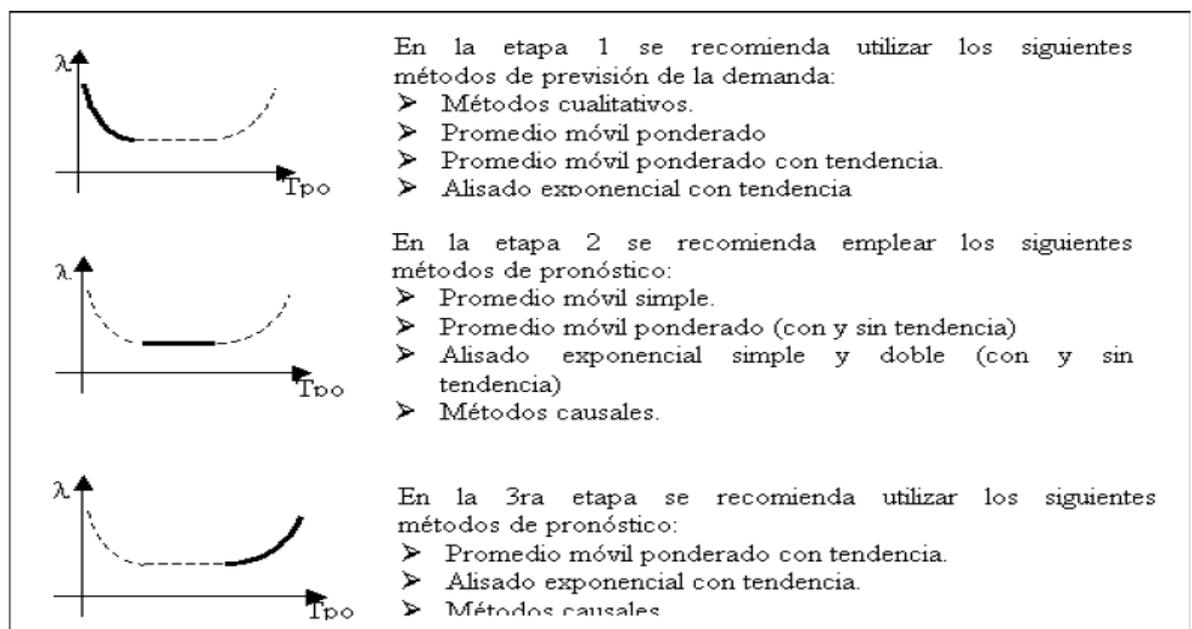


Ilustración 12: Relación Etapa ciclo de vida- Método de pronóstico

Fuente: (Armis & Kely Hernandez, 2005)

1. Cuando el comportamiento de los fallos tiende al decrecimiento se utilizan métodos propuestos para la etapa I de la curva de la bañera.
2. Cuando el comportamiento de fallos es estable se utilizan los métodos de pronósticos propuestos para la etapa II de la curva de la bañera.
3. Cuando el comportamiento de los fallos tiende al crecimiento, se utilizan métodos de pronósticos para la etapa III de la curva de la bañera.

MÉTODOS FUTURÍSTICOS

Es posible presentar las diversas formas de evaluar el futuro de varias maneras, los diferentes estudios toman connotaciones disímiles según: el producto que se genere, los actores que participen, el entorno donde se desenvuelven, la metodología en sí, la materia prima que trabajen, las características cualitativas o cuantitativas del desarrollo que use para obtener resultados y según otros parámetros (Mora Gutierrez, 2014)

El objetivo del pronosticador es elaborar un pronóstico útil a partir de la información disponible, aplicando la técnica que resulte apropiada para las diferentes características de la demanda. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

Para los pronósticos de la demandase usan dos tipos generales de técnicas:

1. Métodos cualitativos: Entre los que figuran los métodos de juicio; donde las opiniones de gerentes y de expertos, los resultados de encuestas, y las estimaciones de fuerza de ventas se traducen en estimaciones cuantitativas.
2. Métodos cuantitativos: Se pueden mencionar los métodos causales² y el análisis de series de tiempo (ST), este último es un método estadístico que depende de un alto grado de datos históricos de demanda, con los que proyecta la magnitud futura de la misma reconoce tendencias y patrones estacionales. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

Un factor de selección del enfoque del pronóstico más adecuado es el horizonte de tiempo correspondiente a la decisión que requiera pronosticarse como se demuestra a continuación:

Aplicación	Horizonte de tiempo		
	Corto plazo (0 a 3 meses)	Mediano plazo (3 meses a 2 años)	Largo plazo (más de 2 años)
Cantidad pronosticada	Productos o servicios individuales	Total de ventas Grupos o familias de productos o servicios	Total de ventas
Área de decisión	Administración de inventario Programación del ensamblaje final Programación de horarios de los trabajadores Programación maestra de producción	Planificación de personal Planificación de la producción Programación maestra de producción Compras Distribución	Localización de instalaciones Planificación de la capacidad Administración de procesos
Técnica de pronóstico	Series de tiempo Causal De juicio	Causal De juicio	Causal De juicio

Ilustración 13: Aplicaciones de los pronósticos de demanda
Fuente: (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

² Los métodos causales utilizan datos históricos de variables independientes para las estimaciones.

En el análisis de series de tiempo se identifican los patrones fundamentales de la demanda que se combinan para producir el patrón histórico observado en la variable dependiente, después de lo cual se elabora un modelo capaz de reproducir dicho patrón. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

La teoría en administración de operaciones indica que las técnicas de análisis de series tiempo empleadas son:

1. Promedio móvil simple: Promedio de la demanda de los n períodos más recientes. (Krajewsky & Ritzman P., 2008).

Promedio móvil simple:

$$F_{t+1} = \frac{D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n+1}}{n}$$

Ilustración 14: Ecuación del promedio móvil simple

Fuente: (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

2. Promedio móvil ponderado: Donde cada una de las demandas históricas que intervienen en promedio pueden tener su propia ponderación. (Krajewsky & Ritzman P., 2008).

Promedio móvil ponderado:

$$F_{t+1} = \text{Ponderación}_1(D_t) + \text{Ponderación}_2(D_{t-1}) + \text{Ponderación}_3(D_{t-2}) + \dots + \text{Ponderación}_n(D_{t-n+1})$$

Ilustración 15: Ecuación del promedio móvil ponderado

Fuente: (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

3. Método de suavización exponencial: Promedio móvil ponderado que permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas recientes mayor ponderación que a las demandas anteriores (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

Suavizamiento exponencial:

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

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

Ilustración 16: Ecuación suavizamiento exponencial

Fuente: (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

El valor del parámetro alfa es entre 0 y 1. En esta escala para valores de alfa relativamente pequeños se reducen las variaciones de corto plazo asociadas

al pronóstico lo cual es razonable cuando la demanda real tiene un comportamiento relativamente estable (Geo Tutoriales, 2011)

4. Método de suavizamiento exponencial: Incorpora una tendencia en un pronóstico suavizado exponencial. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

Suavizamiento exponencial ajustado a la tendencia:

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

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

$$F_{t+1} = A_t + T_t$$

Ilustración 17: Ecuación de suavizamiento exponencial con tendencia

Fuente: (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

Los criterios para definir los valores de las constantes son similares al método de suavización simple.

Para alfa dependerá de la importancia que otorgamos a datos recientes (alfa α más elevada) o a datos más antiguos (alfa α más bajo).

El beta funciona similar. Un β elevado responde con más velocidad a los cambios en la tendencia, mientras que un β inferior tiende a suavizar la tendencia actual, dando menos peso a los datos recientes. (Betancourt, 2016)

5. Método estacional multiplicativo o de descomposición: Método en el cual los factores estacionales se multiplican por una estimación de la demanda promedio y así se obtiene un pronóstico estacional. (Krajewsky & Ritzman P., 2008).

El análisis de las series de tiempo requiere investigar factores de tendencia (T), cíclicos (C), estacionales, (S), e irregularidades (I), y se conoce a menudo como una descomposición de una serie en el tiempo en movimientos y componentes básicos. (Spiegel, 1994)

$$Y = T \times C \times S \times I$$

La base estadística de estas técnicas es la regresión lineal³, cuyo objetivo es encontrar los valores de a y b relacionadas por medio de la función que se detalla en

³ Método causal en el que una variable conocida como variable dependiente (variable que se desea pronosticar), está relacionada con una o más variables independientes (variables que se supone influyen en la variable dependiente y por ende son la causa de los resultados observados en el pasado) por medio de una ecuación lineal. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

la ilustración 18, que minimicen la suma de las desviaciones cuadráticas de los puntos de datos reales. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

$$Y = a + bX$$

donde

Y = variable dependiente

X = variable independiente

a = intersección de la recta con el eje Y

b = pendiente de la recta

Ilustración 18: Ecuación de la regresión lineal

Fuente: (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

Para cualquier conjunto de parejas de observaciones de Y y X , el programa calcula los valores de a y b y ofrece medidas de la precisión del pronóstico. Tres medidas de uso común son el coeficiente de correlación de la muestra, el coeficiente de determinación de la muestra y el error estándar del estimado. El coeficiente de correlación de la muestra, r , mide la dirección y fuerza de la relación entre la variable independiente y la variable dependiente. Los valores de r pueden fluctuar entre -1.00 a $+1.00$. Un coeficiente de correlación de $+1.00$ implica que los cambios registrados de uno a otro periodo en la dirección (incrementos o decrementos) de la variable independiente, siempre van acompañados por cambios de la variable dependiente en la misma dirección. Un r de -1.00 significa que los decrementos de la variable independiente siempre van acompañados de incrementos en la variable dependiente y viceversa. Cuando r tiene valor de cero, significa que no existe relación lineal entre las variables. Cuanto más se aproxime el valor de r a ± 1.00 , tanto más adecuado será el ajuste de la línea de regresión con respecto a los puntos del gráfico. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

ERRORES DEL PRONÓSTICO

Los analistas deben reconocer y medir los errores en los pronósticos y detectarlos para mantener su control. Esto le dará un respaldo al criterio sobre la selección del método adecuado. (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

- **Error de Sesgo:** Equivocaciones sistemáticas donde el pronóstico resulta demasiado alto o bajo, consecuencia de no estimar bien los patrones de la demanda como tendencia, estacional o cíclico. (Krajewsky & Ritzman P., Administración de operaciones, Procesos y Cadena de valor, 2008)
- **Error Aleatorio:** Resultado de factores imprevisibles que provocan que el pronóstico se desvíe de la demanda real. (Krajewsky & Ritzman P., Administración de operaciones, Procesos y Cadena de valor, 2008)

MEDICIÓN DE ERRORES DE PRONÓSTICO

La definición presentada anteriormente del error de pronóstico para un periodo determinado $E_t = D_t - F_t$ es el punto de partida para crear varias medidas del error de pronóstico que abarcan un periodo relativamente largo. (Krajewsky & Ritzman P., 2008).

- Suma acumulada de errores de pronóstico (CFE) Medida del error total de pronóstico, que evalúa el sesgo en un pronóstico.
- Error cuadrático medio (MSE), la desviación estándar (σ) y la desviación media absoluta (MAD) son medidas de la dispersión de los errores de pronóstico.
- Error porcentual medio absoluto (MAPE) Medida que relaciona el error de pronóstico con el nivel de la demanda, y es útil para colocar el desempeño del pronóstico en su perspectiva correcta.
- La señal de rastreo: También conocida como *Traking Signal* es la medida que indica si un método de pronóstico está previendo con precisión los cambios reales de la demanda. (Krajewski & Ritzman P., 2000)

$$\begin{aligned} E_t &= D_t - F_t \\ \text{CFE} &= \sum E_t \\ \bar{E} &= \frac{\text{CFE}}{n} \\ \text{MSE} &= \frac{\sum E_t^2}{n} \\ \sigma &= \sqrt{\frac{\sum (E_t - \bar{E})^2}{n-1}} \\ \text{MAD} &= \frac{\sum |E_t|}{n} \\ \text{MAPE} &= \frac{(\sum |E_t| / D_t)(100\%)}{n} \\ \mathbf{8. \text{ Señal de rastreo:}} & \frac{\text{CFE}}{\text{MAD}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{CFE}}{\text{MAD}_t} \end{aligned}$$

Ilustración 19: Ecuaciones de Errores de Pronóstico
Fuente: (Krajewsky & Ritzman P., 2008)

SITUACIÓN DE LOS INVENTARIOS EN LAS EMPRESAS

Según el libro Stock Cero; los inventarios pueden llegar a tener un especial cuidado, cuando se toman como un problema serio en la organización por temas como:

- Aspectos funcionales: Ocurre cuando la operación impide el objeto social del negocio de manera parcial o total e implica la creciente existencia de

“agotados”⁴ pues hay retrasos en los pedidos frente a los tiempos de entrega del fabricante o proveedor.

- Aspectos operativos: Interrupción parcial o total del proceso.
- Aspectos económicos: Normalmente visualizado desde el lado financiero; la observación de los ítems “Obsoletos”⁵ que no rotan y ocupan gran parte del valor no dinámico del inventario (Mora Gutierrez, 2014)

En el caso de ingeniería de mantenimiento, el hecho último es que las máquinas fallen o requieran más de una acción de mantenimiento planeada, en ambos casos se pierde temporalmente la funcionalidad, lo cual suspende de forma momentánea el proceso de operación de la máquina en cuestión o línea de producción, de la cual no se posee el presupuesto, insumo o consumible de mantenimiento que no le permite terminar la tarea planeada o no y paraliza su función principal de producir bienes o agregar valor mediante una actividad operativa.

Para el proveedor o consignante, su observación se basa desde el proceso de comercialización pues al existir un agotado, no opera satisfactoriamente por la falta de una mercancía requerida, lo cual afecta al sistema de consignación. (Mora Gutierrez, 2014)

RAZONES TÉCNICAS DE LOS INVENTARIOS Y SISTEMAS DE CONTROL

Existen motivos de orden técnico de manejo de inventarios, entre los más relevantes aparecen la velocidad de la demanda es superior a la de la oferta o provisión y cuando la distancia física entre el punto de provisión y el consumo es muy grande, se pueden dar de manera independiente o simultánea.

⁴ Agotados: Ítems que cuando se requieren no existen en la cantidad solicitada.

⁵ Obsoletos: Ítems que no rotan o lo hacen de manera demasiado lenta, generando la mayor parte de inventario muerto.

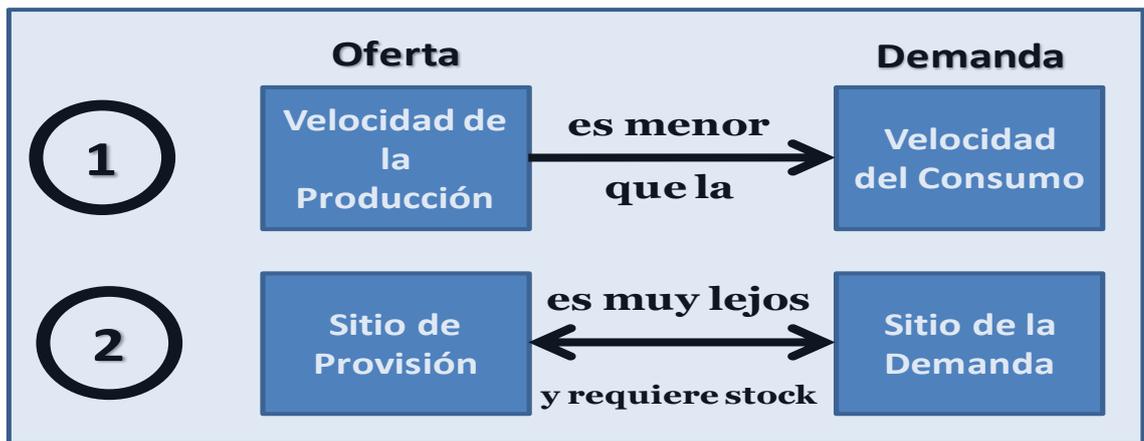


Ilustración 20: Razones técnicas de existencia de un inventario
Fuente: (Mora Gutierrez, 2014)

Hay casos en los que por estrategia, las empresas prefieren mantener cierto stock, ya que el costo de no tenerlo impacta el negocio o de operación de la empresa de manera significativamente costosa.

El efecto final de los inventarios es medir en términos del grado de satisfacción de la demanda; y para ello se existen dos premisas:

- Mantener el mínimo capital en stock: Impactando directamente en el nivel económico con dos escenarios: Agotados y Excesos⁶
- Máximo nivel de servicio: Propende a entregar las cantidades demandadas en el momento oportuno.

Es indudable que si se desea minimizar el capital, este afecta aparentemente a la baja el nivel de servicio, al no disponer de tanto stock y viceversa, al querer aumentar el servicio, aumenta el capital requerido, por lo cual no es sencillo optimizar ambas premisas, con algoritmos sencillos o métodos intuitivos y personales, esto solo se puede lograr de manera adecuada, analítica y científica al dar una respuesta profunda a las dos preguntas de inventarios ¿cuánto y cuando pedir?

Al saber exactamente cuánto pedir, con planeación de demanda real con pronósticos de forma anticipada, los excesos y obsoletos tienden a desaparecer, solo se tendrá los niveles requeridos de seguridad después de finalizar el periodo respectivo y a no mantener stock de las referencias que no se desean inventarios.

⁶ Excesos: Costo de tener stock y no usarlo o con un bajo movimiento y rotación lenta que conduce a costos altos de almacenamiento y financieros

Por otro lado, al saber cuándo pedir, las cantidades solo permanecen en stock un tiempo mínimo, cercano al periodo en que es demandada la referencia en cuestión, lo cual disminuye el inventario y optimiza la oportunidad de entrega al saber con suficiente antelación de uno o varios meses la demanda de los periodos venideros y en cantidad y frecuencia (Mora Gutierrez, 2014)

CLASIFICACIÓN ABC DE INVENTARIO

El primer paso en el manejo de inventarios es el clasificar los ítems de acuerdo a su grado de importancia. Eso se realiza mediante una clasificación ABC, que deriva del principio de Wilfredo Pareto, un renacentista del siglo XIX, quién documenta por primera vez el principio de la administración de materiales, que es la de esta clasificación y cuyo principio manifiesta que pocos factores son la causa de mucho de los efectos. (Mora Gutiérrez, 2009)

El principio ABC jerarquiza los repuestos o los insumos, de acuerdo con la cantidad de unidades usadas y con el precio de ellas. El concepto del monto económico que representa el consumo durante un período de tiempo es el más importante para definir la categoría de los consumibles. Se parte de la base que el esfuerzo logístico que se le debe prestar a una cantidad pequeña de referencias que mueven un gran volumen y buen porcentaje de los artículos de los inventarios debe ser alto. (Mora Gutiérrez, 2009)

- Clase tipo A: Se mantienen un excelente nivel de inventario en el almacén.
- Clase tipo B: Son referencias que se mantienen niveles medios de inventarios en el almacén.
- Clase tipo C: Artículos a los cuales no se les mantienen buenos márgenes de inventario y se pedirán solo cuándo se requieran.

COSTOS

Los principales rubros asociados a los inventarios y a su óptica desde pronósticos, son:

COSTOS DE PEDIR AL FABRICANTE:

Se asocia al mismo hecho de solicitar al fabricante una cantidad definida de referencias para ser entregadas en un determinado tiempo. Todo esto implica costos de procesamiento de pedido, comunicaciones, elaboración de documentación pertinente, el tiempo de funcionarios que intervienen, el costo en sí del producto, transacciones bancarias y financieras, transporte.

COSTOS DE SOSTENER:

El mantenimiento de inventario implica costos de espacio físico que ocupa el almacén, costo financiero del valor total de la mercancía almacenada en promedio, costos de seguros e impuestos relacionados con el valor y volumen del inventario que se maneja y costos de obsolescencia que es el que general los productos que, por alguna razón de tiempo u otra se deterioran o dejan ser utilizadas por diversas razones.

COSTOS DE AGOTAR

La falta de productos, cuando estos se demandan y en consecuencia no se pueden entregar a quién solicita, implica costos extra de incumplimiento a los clientes, trabajos de mantenimiento paralizados con un impacto negativo que esto causa en el consignatario. Estos costos extra consisten en desarrollar otro canal logístico paralelo para administrar estas demandas por fuera del sistema de consignación.

NIVEL DE SERVICIO

Se relaciona con mantener una disponibilidad suficiente de referencia y volúmenes que logren satisfacer la demanda que se requiere periódicamente. Se calcula a partir de las probabilidades de disponibilidad de cada una de las referencias posibles que en forma habitual pide el cliente. (Mora Gutierrez, 2013)

DENOMINACIÓN PULL AND PUSH

Una vez se cataloga su importancia, se desarrolla otro paso para la optimización del manejo de la gestión de inventarios. Este paso consiste en clasificar las referencias en PUSH o PULL, en función de la característica que deben cumplir dichos insumos o repuestos en la función de mantenimiento en la compañía, y del sistema de reaprovisionamiento que se adopte para proponer el nivel de inventarios deseado en cada ítem.

Las referencias PUSH o también denominadas MTS *Make to stock*, siempre deben estar disponibles en almacén de mantenimiento, con movimiento y rotación suficiente, al final del periodo de abastecimiento. Pero cuando se agota el inventario establecido y llega al nivel de reposición, se pide nuevamente para completar el nivel deseado por mantener de manera permanente. Su demanda tiene patrones de conducta de cierta manera similares. Sus demandas futuras se calculan a partir de pronósticos por series temporales; su nombre técnico en tecnología e innovación es Technology Push, en inventarios su denominación técnica es Control de Inventarios por Incrementos.

En forma contraria las referencias PULL o MTO *Make to order*, solo se piden al proveedor o fabricante cuando son solicitados por mantenimiento. Y el saldo o remanente se queda como una especie de inventario. Por lo general, en esta categoría se mantienen los repuestos de escasa demanda o los muy costosos que no implican consecuencias negativas el no mantenerlos en stock. El tiempo de espera del proveedor o denominado LEAD TIME aparece como uno de los criterios importantes en esta clase de artículos. Su nombre en tecnología e innovación es Demand Pull, proceden netamente desde la demanda, no son tan relevantes como los push; en inventarios se les especifica como *Control de Inventarios por Demanda*

MTF (*Make to Frozen*): Son elementos en inventarios totalmente en congelación, no se debe hacer nada con ellos, se procura eliminarlos de la lista de ítems de los inventarios, su movimiento y rotación tiende a ser ínfima o nula, solo se piden cuando se requieren de manera muy especial y en la cantidad necesaria. Su denominación técnica es Play Frozen, con la finalidad de retirarlas en la lista y jamás se tendrán en tránsito temporal o en forma permanente en el almacén. En inventarios es un Control de Inventarios por Eliminación total del sistema. (Mora Gutierrez, 2014)

Tipo de Ítem	Objeto - Stock	Período de reabastecimiento
<i>MTS - Technology Push</i>	Dado que son relevantes e importantes - Mantener en stock	Periódico, constante - Mensual o semanal o diario según el caso
<i>MTO - Demand Pull</i>	Menos relevantes - Se pide cuando los solicitan y no hay en stock- No mantener en stock, solo de forma temporal, de trasiego.	No son periódicos, se superpone a los pedidos periódicos de los Push, por los controles TRM *
<i>MTF - Play Frozen</i>	Irrelevantes - Eliminarlos del portafolio Jamás mantener en stock	Nunca – Solo se piden cuando la demanda pronosticada es superior a lo que tiene.

Ilustración 21: Características de los abastecimientos de los diferentes tipos de ítems

Fuente: (Mora Gutierrez, 2014)

PERÍODOS DE ABASTECIMIENTO Y FRECUENCIAS DE CÁLCULOS

Los ítems Push presentan un comportamiento estable de su demanda, no presentan picos atípicos de demanda y su desviación estándar es bastante estable y case constante; a diferencia de los Pull, que presentan por lo general demandas promedios muy bajas con algunos picos muy elevados de demanda (no periódicos, no con una frecuencia fija).

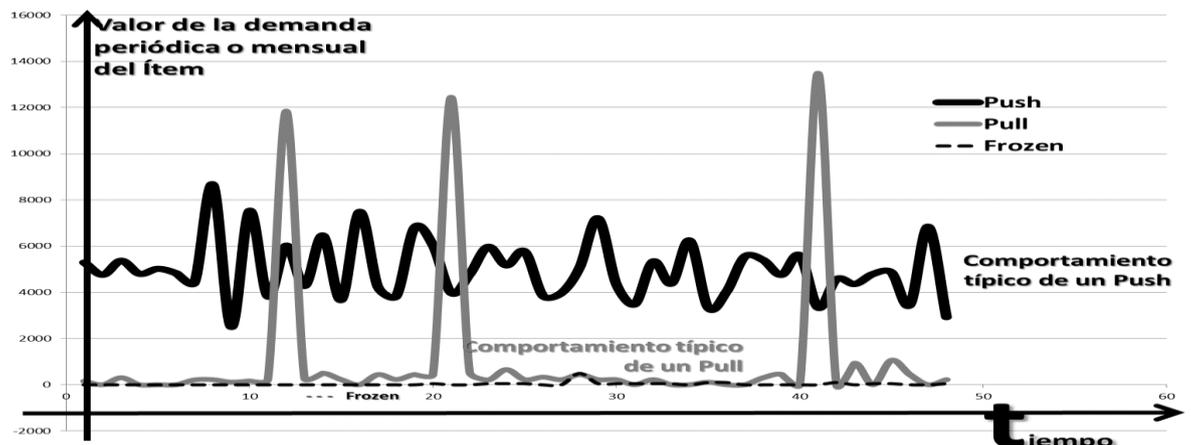


Ilustración 22: Comportamiento típico de la demanda histórica de Push y Pull

Fuente: (Mora Gutierrez, 2014)

Se define VARIABILIDAD, como característica más relevante de los inventarios, ella consiste en una relación matemática entre la desviación estándar y el promedio de la demanda histórica.

$$\text{Variabilidad} = \frac{\text{desviación estandar de la demanda histórica}}{\text{Promedio móvil de la demanda ocurrida}}$$

Rango de valores establecido $\text{Variabilidad de Push} < 50\% < \text{Variabilidad de Pull o Frozen}$.

En los Push este valor siempre es inferior al 50% y en Pull (o Frozen) es mayor, hasta valores altos sin límite. No significa que haya más o menos variabilidad, porque los valores sean más altos o más bajos, simplemente es, *que si el valor de variabilidad se ubica entre 0% y 50%, se configura como push y si está con valores superiores al 50%, su comportamiento es de Pull o frozen.* (Mora Gutierrez, 2014)

La clave del éxito más efectiva en la gestión y operación de inventarios es la diferenciación, es decir en el manejo particular de cada uno de los ítems totales del stock, clasificándolos y organizándolos en Push, Pull y Frozen, a partir de criterios técnicos, estadísticos y estocásticos; la variabilidad el primero de ellos, que permite estratificar y segmentar en estos tres grupos todas las referencias del inventario. (Mora Gutierrez, 2014)

La clasificación anterior, está directamente relacionada con la estadística y los *modelos determinísticos* que son aquellos donde se supone que los datos se conocen con certeza, es decir, se supone que cuando el modelo sea analizado se tiene disponible toda la información necesaria para la toma de decisiones.

Por el contrario, en los *modelos estocásticos* también conocidos como modelos probabilísticos, algún elemento no se conoce con anticipación, incorporando así la incertidumbre. (Meza, Vivas, & Boneth, s.f.)

En mantenimiento se apoya en el criterio de que es mejor tener el repuesto (sin evaluar necesariamente el estudio de demanda); frente al costo de no tenerlo. Otra costumbre es la criticidad como el análisis de fallas, riesgos y confiabilidad. (Mora Gutierrez, 2013)

A pesar de que se piensa que el costo es relevante, puede ser un efecto de una respuesta inadecuada a cualquiera de las dos preguntas, es decir, si no se pide en la cantidad correcta y el tiempo adecuado se producirán sobrecostos por excesos o por agotados.

Lo normal es que de los que se desea mantener en stock de los Push, se pidan y se recalculen las cantidades requeridas para completar la demanda y el stock de seguridad para atender cualquier fluctuación inesperada de la demanda o de los tiempos de espera; en ellos es necesario que después de atender la demanda del período para el cual se estiman las cantidades que se requieren, quede totalmente libre un stock de seguridad, el cual se calcula con base en la categorización ABC, donde lo usual es para productos Tipo A Push; debe quedar libre al final un 1,25% de la demanda promedio, para los tipo B un 0,75% y para los Tipo C un 0,30%.

En los Pull, el siguiente paso es determinar el tipo de reaprovisionamiento que se va a utilizar para así establecer las cantidades por pedir y los tiempos en que se deben realizar los pedidos óptimos. Entre los más relevantes están: modelos de revisión continua y periódica, o para sistemas de justo a tiempo (Mora Gutierrez, 2014)

CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO

Para determinar el mejor ciclo de nivel de inventario para un artículo consiste en calcular la CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO (EOQ), del inglés *economic order quantity*, es decir, el tamaño del lote que permite minimizar el total de los costos anuales de hacer pedidos y el manejo de inventario. (Krajewski & Ritzman P., 2000)

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{IC}}$$

D = Demanda anual del artículo en reposición, el cual sucede a una tasa promedio conocida o que puede pronosticarse con series temporales.

S= Costo de adquirir.

C= Costo de una unidad del artículo en estudio.

I= Costo de manejo de la referencia en la bodegas o almacenes, se define normalmente como un porcentaje del valor del artículo, se trabaja en porcentaje costo por año.

El número óptimo de pedios por año es $N = \frac{D}{Q}$

El tiempo óptimo entre pedios es $T = \frac{Q}{D}$ dado en unidades de tiempo

La reposición del inventario establece varias opciones de controlar la gestión o la operación de los inventarios, entre las cuales se resaltan (Mora Gutierrez, Stock Cero, 2014):

- Sistema Q: Se pide en una cantidad fija Q en periodos de tiempo variable; es útil para pedidos únicos.

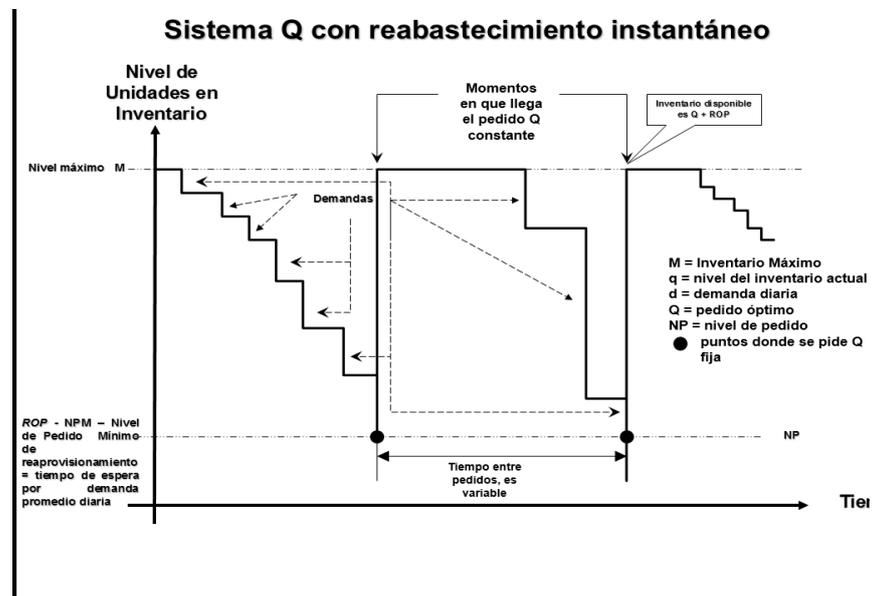


Ilustración 23: Sistema Q con reabastecimiento instantáneo

Fuente: (Mora Gutierrez, 2014)

- Sistema P o T: Se solicita una cantidad Q variable, con revisión en periodos de tiempos T, fijos.

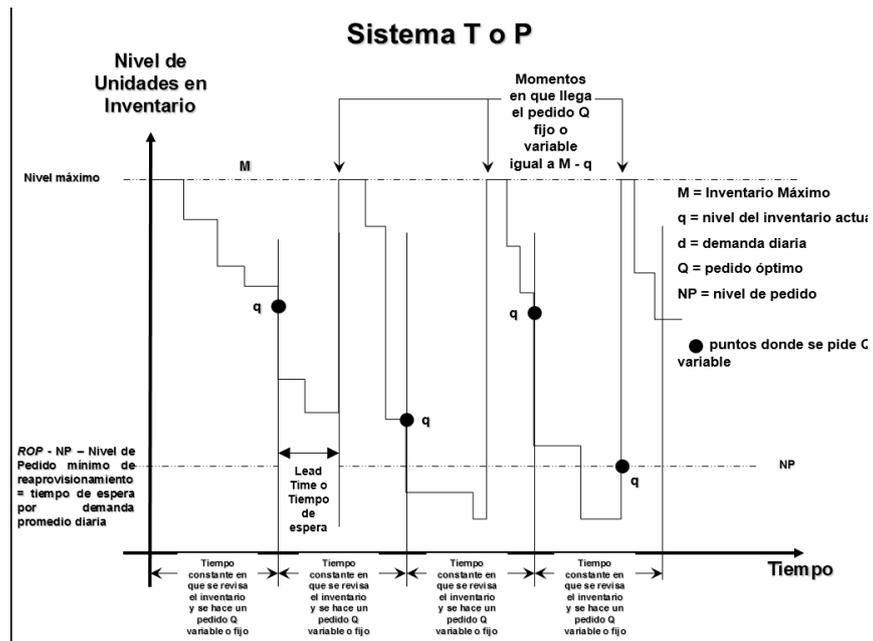


Ilustración 24: Sistema T o P, en Pull

Fuente: (Mora Gutierrez, 2014)

- Sistema R-M: El pedido se lanza cuando el inventario al disminuir en el tiempo alcanza un valor predeterminado denominado ROP (nivel de reaprovisionamiento). La cantidad que se pide ($M-Q$) es la diferencia entre un máximo preestablecido y la cantidad disponible de ese instante. De esta forma se garantiza que el inventario nunca se debe romper por debajo del ROP prefijado y calculado

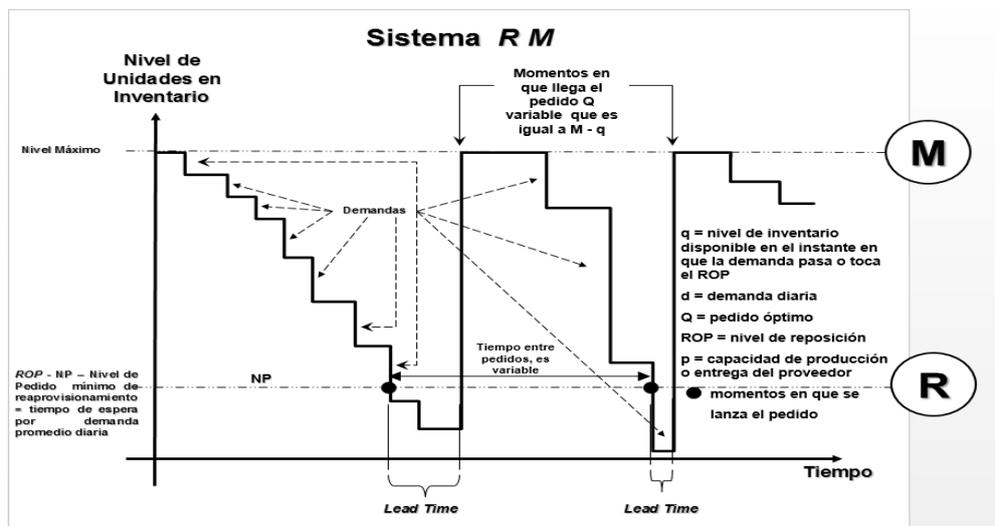


Ilustración 25: Sistema R-M, en Pull

Fuente: (Mora Gutierrez, 2014)

- Sistema T-R-M: Es exactamente igual al anterior R-M, solo que adiciona revisiones en periodos de tiempo constantes, T, el pedido se lanza cuando se dé alguna de las dos situaciones (ROP o T) primero que la otra, garantizando más aún la estabilidad del inventario.

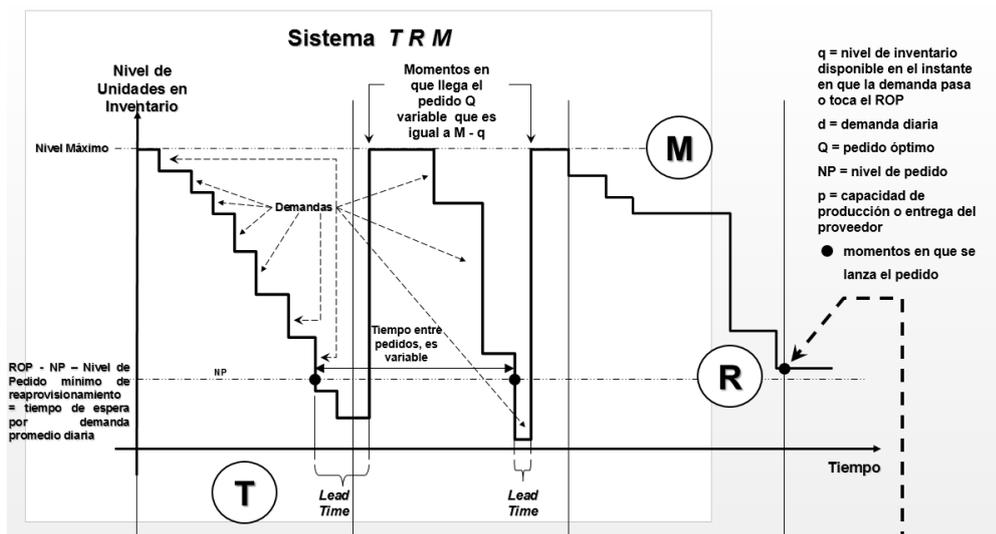


Ilustración 26: Sistema T-R-M en Pull
Fuente: (Mora Gutierrez, 2014)

Entre los métodos que comúnmente se usan, está el de máximos y mínimos, que consiste en requerir la tenencia de inventarios con criterios netamente subjetivos de tipo empírico, que establece como base que siempre debe estar el volumen de inventario de cada ítem, esto a veces deriva de los ERPs que se usan en las empresas, que en la mayoría de casos recomienda este sistema para el manejo de inventarios. (Mora Gutierrez, 2014).

RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA CONSIGNACIÓN

En concordancia con lo planteado en el marco teórico, llevando a cabo el primer paso del proceso de análisis de información; a través de la observación del comportamiento de la demanda tanto de manera general como específica de cada producto involucrado en la consignación, se pretende seleccionar una técnica de medición eficiente de gestión de inventarios para identificar una estrategia que se ajuste a las necesidades de la organización y vincule los datos entre cliente y proveedor.

La información que se dispone son los consumos registrados del consignatario y consignante; que indicará la variación a través del tiempo.

Un análisis de Pareto de los consumos mensuales en el periodo elegido, ha sido útil para descubrir cuál es el comportamiento estacional de la consignación determinado así, que el 80% de los productos consignados son consumidos en seis meses en diferentes épocas del año como se muestra en el gráfico a continuación:



Ilustración 27: Estacionalidad de la demanda
Fuente: Elaborado por la autora

Esta información permitirá en el futuro abastecer de manera oportuna y en la cantidad adecuada en los meses de mayor consumo, no obstante, para analizar de una manera más objetiva y ordenada el comportamiento en el tiempo, se agrupan los datos por trimestres, semestres y años, esto permitirá analizar y suavizar las tendencias.

TRIMESTRE	PORCENTAJE DE INGRESOS	PORCENTAJE DE INGRESOS ACUMULADOS
TRIM.2	34%	34%
TRIM.3	24%	58%
TRIM.4	23%	81%
TRIM.1	19%	100%

Tabla 11: Análisis de consumo monetario trimestral
Fuente: Elaborado por la autora

SEMESTRE	PORCENTAJE DE INGRESOS	PORCENTAJE DE INGRESOS ACUMULADOS
Sem.1	53%	53%
Sem.2	47%	100%

Tabla 12: Análisis de consumo monetario semestral
Fuente: Elaborado por la autora

El análisis de las tablas anteriores permite tener una serie en el tiempo observada en instantes específicos a intervalos iguales.

CLASIFICACIÓN ABC DE INVENTARIO DE LA CONSIGNACIÓN

En la definición y clasificación de los materiales, los elementos que conforman la consignación son materiales consumibles, pues estos son suministros destinados a

utilizarse en la empresa sin que se vendan o se incorporen directamente a los productos acabados. (A.W. Chesterton Company, 2013)

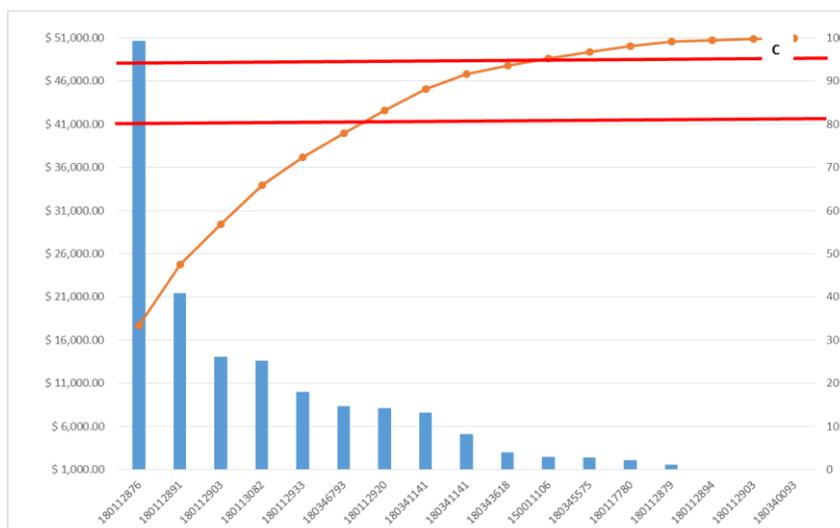


Ilustración 28: Pareto Clasificación ABC
Fuente: Elaborado por la autora

Ítem	Consumo Promedio Anual	Precio Promedio	Consumo total promedio	% Consumo	% Consumo Acumulado	Categoría
180112876	201,5	\$ 251,53	\$ 50.683,29	33,41	33,41	A
180112891	83,79	\$ 255,78	\$ 21.431,81	14,13	47,53	A
180110011	55,5	\$ 253,99	\$ 14.096,45	9,29	56,83	A
180113082	57	\$ 239,32	\$ 13.641,24	8,99	65,82	A
180112933	127,01	\$ 78,76	\$ 10.003,31	6,59	72,41	A
180346793	110	\$ 75,81	\$ 8.339,10	5,5	77,91	A
180112920	81	\$ 100,15	\$ 8.112,15	5,35	83,26	B
180341141 ⁷	35	\$ 216,29	\$ 7.570,15	4,99	88,25	B
180341141	22	\$ 232,93	\$ 5.124,46	3,38	91,62	B
180343618	80	\$ 37,08	\$ 2.966,40	1,96	93,58	B
150011106	2	\$ 1.221,75	\$ 2.443,50	1,61	95,19	B
180345575	151	\$ 15,99	\$ 2.414,49	1,59	96,78	C
180117780	49	\$ 42,69	\$ 2.091,81	1,38	98,16	C
180112879	6	\$ 260,06	\$ 1.560,36	1,03	99,19	C

⁷ El ítem 180341141, es un producto con dos coloraciones distintas, diseñado de esta forma como semaforización para el usuario al observar el cambio de color pueda medir cuanto desgaste tiene y si debe aplicar nuevamente el producto. En adelante se medirá ambas coloraciones como un solo producto.

Ítem	Consumo Promedio Anual	Precio Promedio	Consumo total promedio	% Consumo	% Consumo Acumulado	Categoría
180112894	2	\$ 258,62	\$ 517,24	0,34	99,53	C
180112903	4	\$ 115,41	\$ 461,64	0,3	99,83	C
180340093	10	\$ 25,32	\$ 253,20	0,17	100	C
TOTAL	1076,8		\$ 151.710,60			

Tabla 13: Costeo de Consumibles Analizados

Fuente: Elaborado por la autora

Cuadro Resumen					
Consumo Estimado	Categoría	Participación por categoría	Porcentaje por categoría	Consumo monetario por categoría	Porcentaje monetario por categoría
0% - 80%	A	6	35%	\$ 18.195,20	78%
81% - 95%	B	5	29%	\$ 26.216,66	17%
96% - 100%	C	6	35%	\$ 7.298,74	5%

Tabla 14: Cuadro Resumen Clasificación ABC

Fuente: Elaborado por la autora

Bajo esta relación, actualmente el 78% de los ingresos de la consignación están en los productos categorizados A, los mismos que representan el 35% del stock; mientras que la categoría B, contiene un 29% del stock y el 17% de los ingresos y finalmente el 5% de los ingresos son obtenidos del stock de la categoría C.

PATRONES DEL COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA EN LA CONSIGNACIÓN

En el proceso de mejoras al sistema mencionado en ilustración No. 2; el análisis y el estudio de la información, procura determinar cuál es el comportamiento de la demanda en el tiempo y a medida que se avance en el estudio llevará desde una situación de la inexistencia de un método, a cuantificar por medio de técnicas estadísticas; probando cada una; el modelo que mejor se ajuste al movimiento de los productos en cada caso particular.

DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE LA CLASIFICACIÓN A

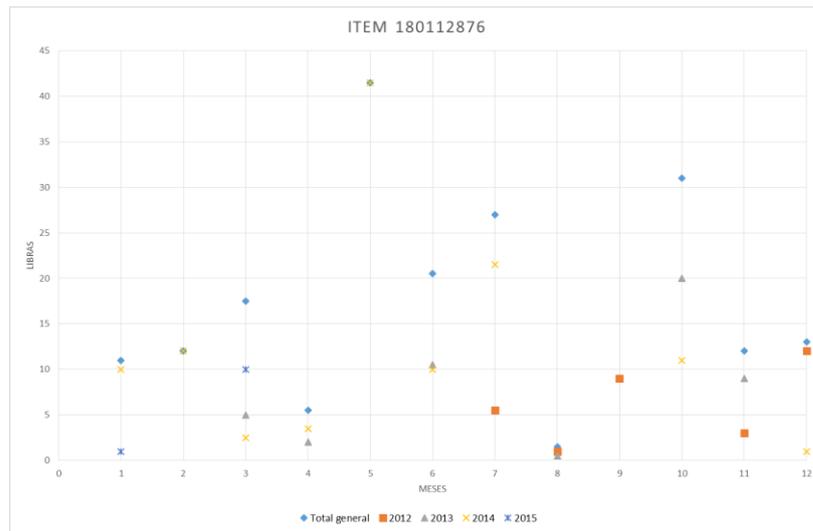


Ilustración 29: Patrón de demanda mensual del ítem 180112876
Fuente: Elaborado por la autora

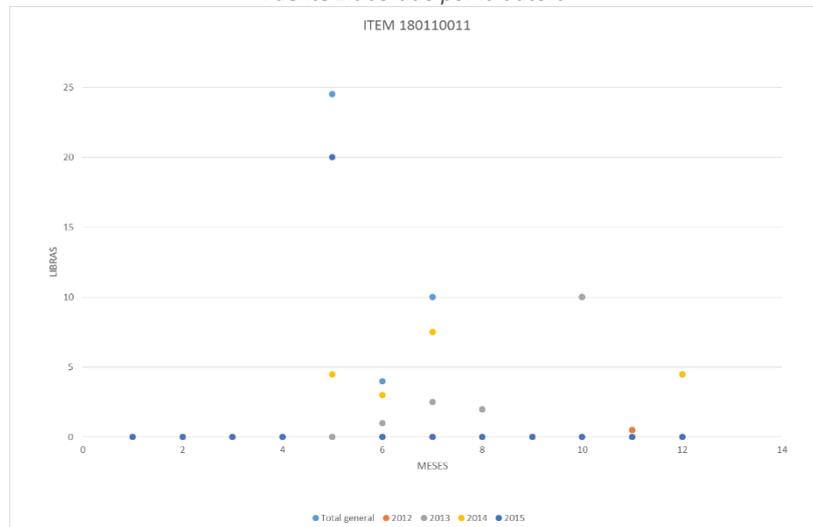


Ilustración 30: Patrón de demanda mensual del ítem 180110011
Fuente: Elaborado por la autora

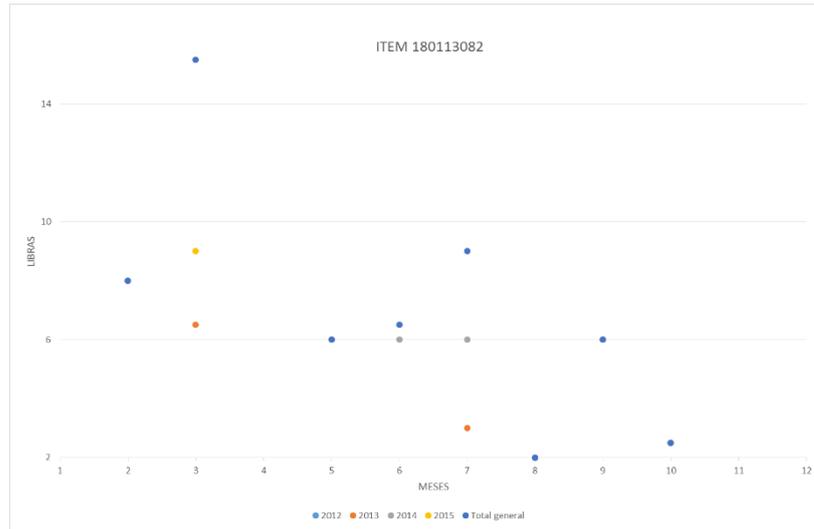


Ilustración 31: Patrón de demanda mensual del ítem 180113082
Fuente: Elaborado por la autora

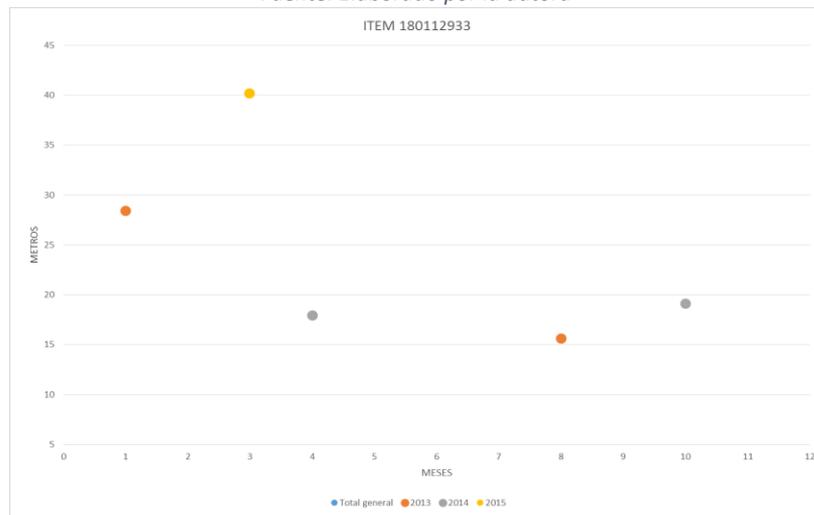


Ilustración 32: Patrón de demanda mensual de ítem 180112933
Fuente: Elaborado por la autora

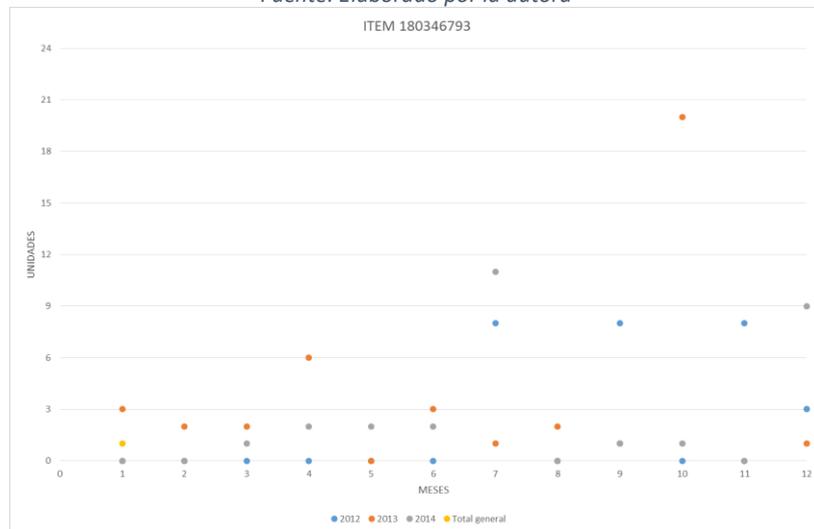


Ilustración 33: Patrón de la demanda mensual de ítem 180346793
Fuente: Elaborado por la autora

DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE LA CLASIFICACIÓN B

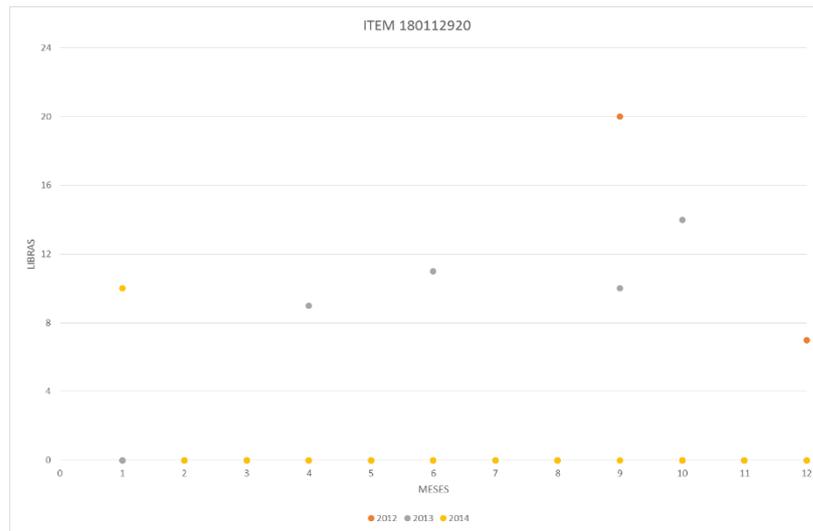


Ilustración 34: Patrón de la demanda mensual de ítem 18222920
Fuente: Elaborado por la autora



Ilustración 35: Patrón de la demanda mensual de ítem 180341141
Fuente: Elaborado por la autora

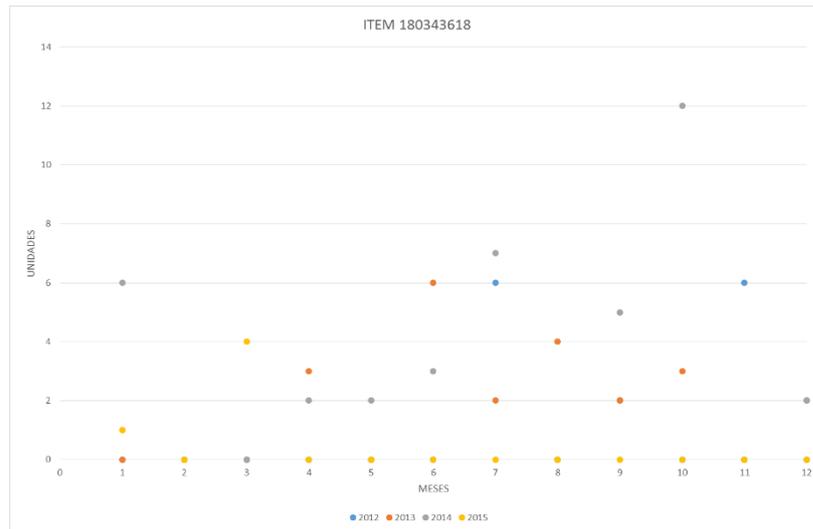


Ilustración 36: Patrón de la demanda mensual de ítem 180343618
Fuente: Elaborado por la autora

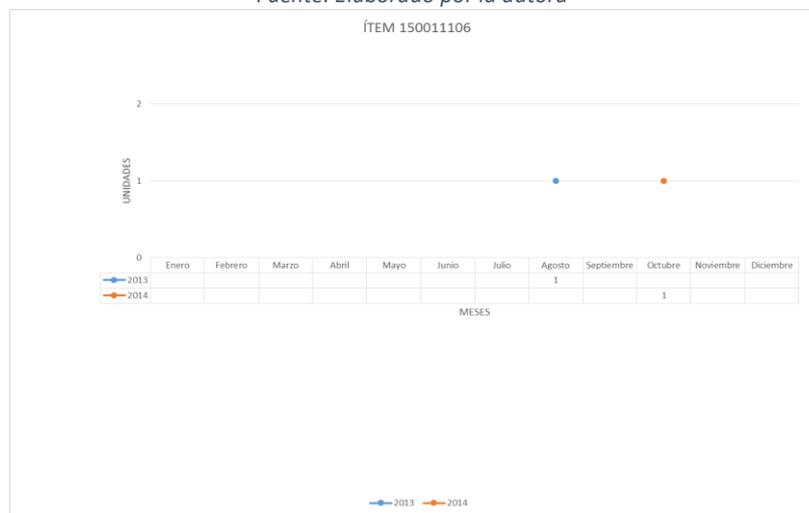
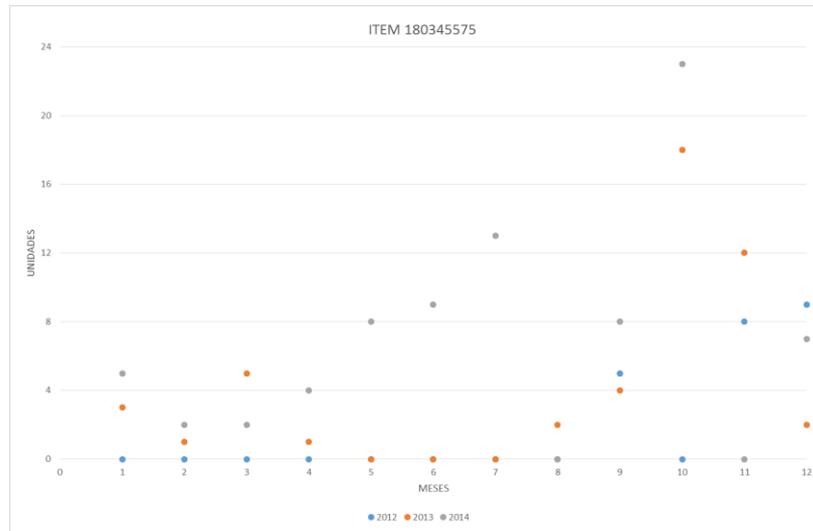


Ilustración 37: Patrón de la demanda mensual ítem 150011106
Fuente: Elaborado por la autora

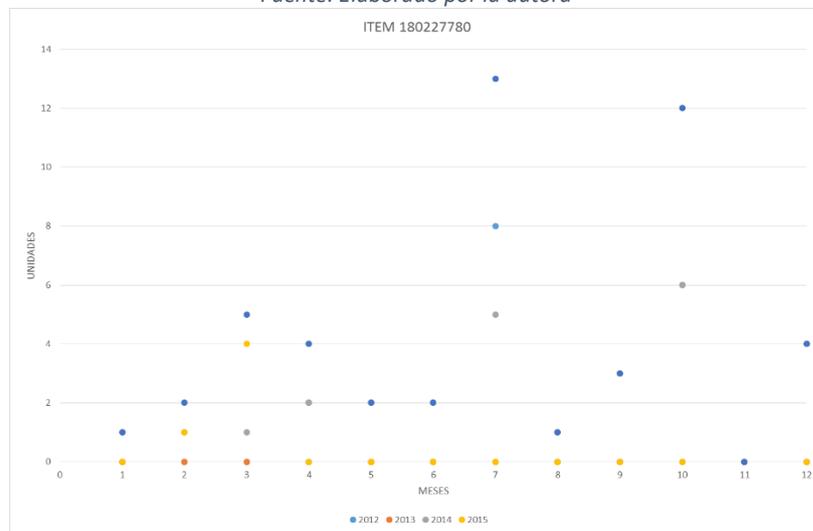
El producto de la ilustración correspondiente al ítem 150011106, muestra consumo muy bajo en un período de tres años, esto implica que no hay los suficientes datos

que permitan un análisis efectivo, sin embargo, más adelante se valorará mediante costos su importancia en la consignación

DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN DE LA CLASIFICACIÓN C



*Ilustración 38: Patrón de la demanda mensual ítem 180345575
Fuente: Elaborado por la autora*



*Ilustración 39: Patrón de la demanda mensual ítem 180117780
Fuente: Elaborado por la autora*

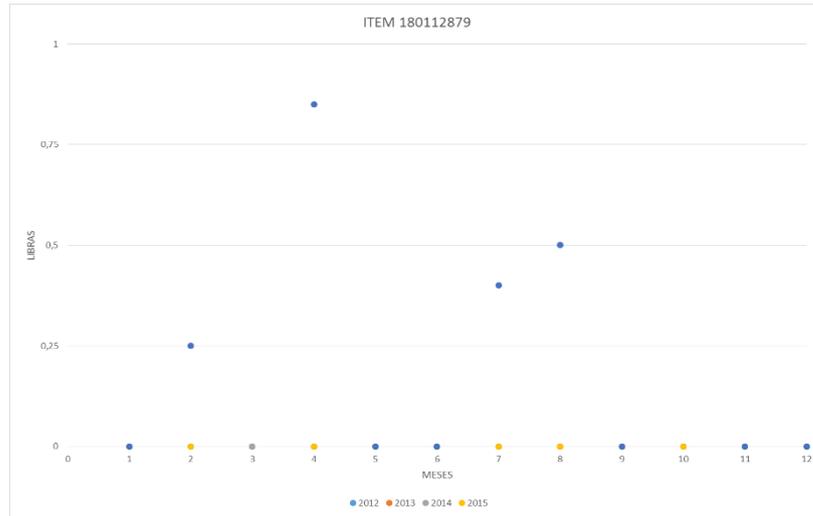


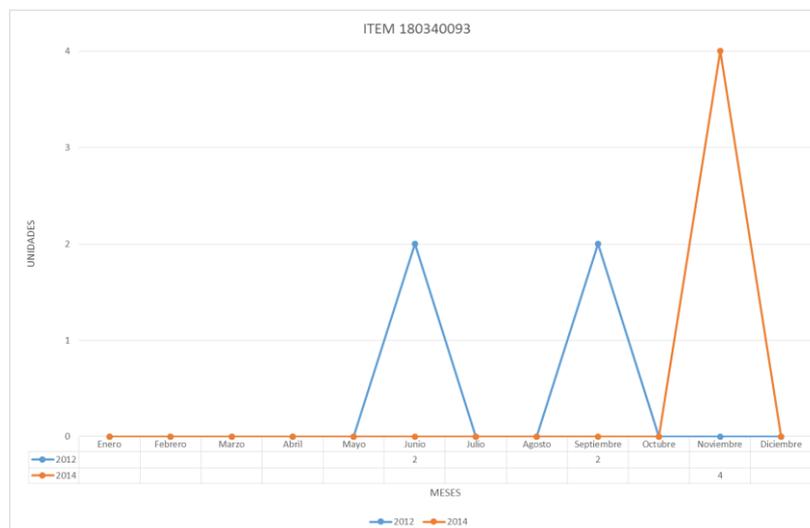
Ilustración 40: Patrón de la demanda mensual ítem 180112879
Fuente: Elaborado por la autora



Ilustración 41: Patrón de la demanda mensual ítem 180112894
Fuente: Elaborado por la autora



Ilustración 42: Patrón de la demanda mensual ítem 180112903
Fuente: Elaborado por la autora



*Ilustración 43: Patrón de la demanda mensual ítem 180340093
Fuente: Elaborado por la autora*

Como en la clasificación B, las ilustraciones que corresponden a los ítems 180112894, 180112903 y 180340093, presentan consumos no solo bajos a través del período de estudio sino también en cantidades muy pequeñas por lo que serán sujetos a un análisis de costos más adelante que determinarán si son productos MTF-PLAY FROZEN, es decir irrelevantes a la consignación.

REALIZACIÓN DE PRUEBAS PARA LA SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA PARA LA CONSIGNACIÓN

Hoy en día la tecnología es una gran herramienta que facilita resultados con tan solo ingresar los datos obtenidos de la recolección. Mediante el programa Excel se elaboró una plantilla que permitió estandarizar y uniformar las ecuaciones de cada método estadístico y compararlos entre sí para cada ítem o producto.

El método de *REGRESIÓN LINEAL*, se emplea para estudiar la relación de dependencia de las variables, en el caso puntual entre el CONSUMO y TIEMPO que son los únicos datos a los que se tiene acceso por parte del consignatario; lo que validará este método de pronóstico es cuantificar la intensidad de relación lineal entre las dos variables.

A continuación en la ilustración No. 44, se plasma gráficamente el comportamiento aleatorio del consumo del producto 180112876 en el tiempo, es decir, se puede observar las variaciones imprevisibles en diferentes años. Este análisis bidimensional, incluye la recta ajustada con su respectiva ecuación que permitiría generar pronóstico, sin embargo para validar el resultado, es vital determinar el coeficiente de determinación r^2 o bondad de ajuste. Este indica el porcentaje del

ajuste que se ha conseguido con el modelo lineal. A mayor porcentaje mejor es el modelo para predecir el comportamiento de la variable Y, de modo que se trata de una medida de la proximidad o de ajuste de la recta de regresión a la nube de puntos. (Carmona , 2014)

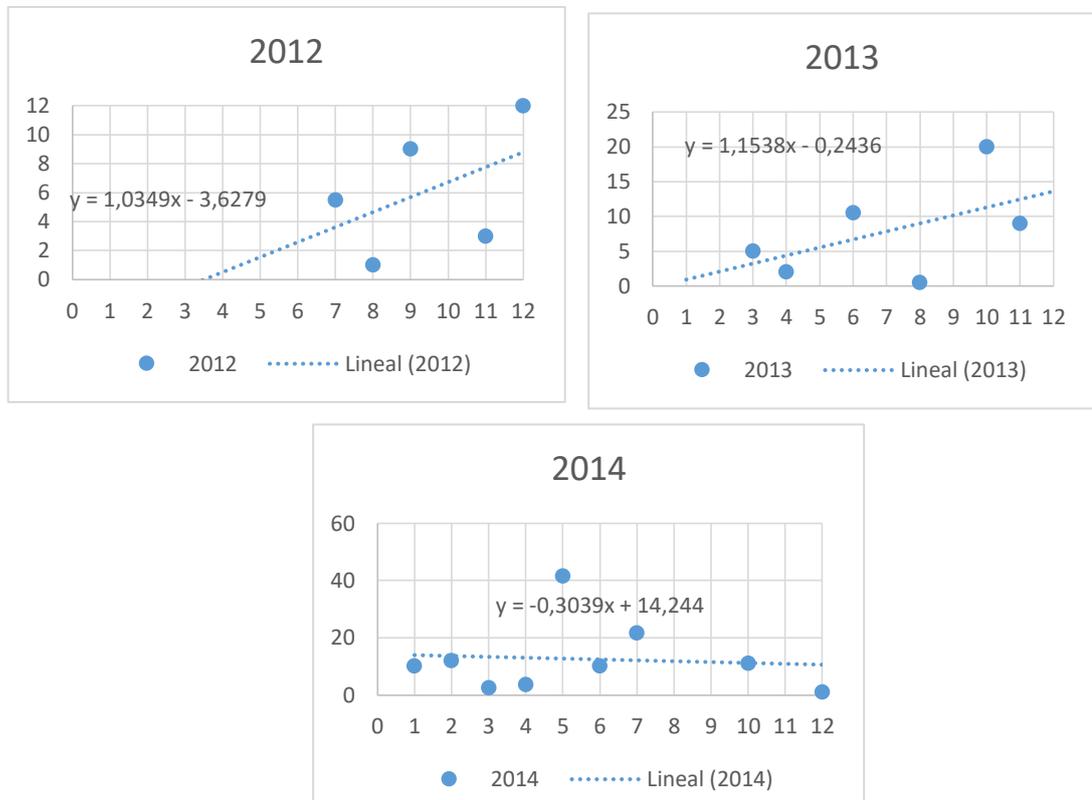


Ilustración 44: Patrón de demanda por año del ítem 180112876
Fuente: Elaborado por la autora

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (r²)		
Función: Coeficiente.R2(conocido_y; conocido_x)		
2012	2013	2014
23%	27%	1%

Tabla 15: Coeficientes de determinación por año ítem 180112876
Fuente: Elaborado por la autora

Una vez determinado el coeficiente de bondad de ajuste; tabla No. 15; el resultado solo que consigue explicar el 23% de los consumos mediante este modelo en el 2012; 27% en el 2013 y el 1% en el 2014, por lo tanto, se puede aseverar que la correlación entre las variables analizadas es muy baja por la gran dispersión de datos; tal y como se observa en la ilustración No. 44. (Carmona , 2014)

Detectada la gran dispersión de los datos, los MÉTODOS DE SUAVIZAMIENTO Y PRONÓSTICO PARA SERIES DE TIEMPO; son la siguiente opción para prever la demanda; pues eliminan fluctuaciones aleatorias de la serie de tiempo

proporcionando datos menos distorsionados del comportamiento real de la misma. Las series de tiempo son un conjunto de datos numéricos que se obtienen en periodos regulares y específicos a través del tiempo. (Suarez Ibujes, s.f)

Para el actual estudio, agrupar datos en periodos, trimestrales, semestrales y anuales, conceden el refinamiento de información proporcionando condiciones más estables de análisis donde los datos pueden ser sujetos a probarse no solo por periodo de tiempo, sino entre las diferentes técnicas estadísticas de pronóstico planteadas en la ilustración No. 12, asumiendo que los equipos pueden estar en una etapa de ciclo de vida estable o tendiendo a crecer.

Los resultados generados en dichas pruebas proporcionarán el mejor método de pronóstico de demanda para cada ítem.

A continuación se ilustra las pruebas de todos los ítems de la consignación por periodos de tiempo y con las diferentes modelos de pronóstico de demanda.

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL									SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA									
		CFE	-0,06								CFE	0,07								
		Ē	-0,01								Ē	0,02								
		MSE	1625,36								MSE	1653,70								
		σ	46,55								σ	46,96								
n	4	MAD	32,43								MAD	32,41								
α	0,1	MAPE	131%								MAPE	133%								
β	0,2	TS/SR	0,00								TS/SR	0,00								
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē)	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē)		
		0		50							49	1								
2012		1	31	48	50	-20	395	20	65%	394	47	0	49	-19	352	19	61%	352		
2013		2	47	48	48	-1	2	1	3%	2	48	0	48	-1	1	1	2%	1		
2014		3	113	55	48	65	4193	65	57%	4193	55	2	48	65	4220	65	57%	4218		
2015		4	11	50	55	-44	1912	44	397%	1910	52	1	56	-45	2042	45	411%	2044		
2016		5			50								52							

Resumen			
Estadísticas de la regresión			
Coefficiente	0,02187289		
Coefficiente	0,00047842		
R^2 ajustado	-0,49928237		
Error típico	54,2027444		
Observacion	4		
ANÁLISIS DE VARIANZA			
	Grados de libertad	de cuadrado de los cua	F Valor crítico de F
Regresión	1	2,8125	2,8125 0,0009573 0,97812711
Residuos	2	5875,875	2937,9375
Total	3	5878,6875	
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t Probabilidad Inferior 95% Superior 95% Inferior 95,0% Superior 95,0%
Intercepción	48,5	66,3845332	0,73059187 0,54102217 -237,129593 334,129593 -237,129593 334,129593
Variable X 1	0,75	24,2402042	0,03094033 0,97812711 -103,547181 105,047181 -103,547181 105,047181

Ilustración 47: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180112876
Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL										SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA							
		CFE	0,98									CFE	0,00						
		Ē	0,25									Ē	0,00						
		MSE	138,50									MSE	36,08						
		σ	13,57									σ	6,94						
n	4	MAD	11,69									MAD	5,37						
α	0,1	MAPE	75%									MAPE	37%						
β	0,2	TS/SR	0,08									TS/SR	0,00						
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	
		0		21							-1	9							
2012		1	11	20	21	-10	109	10	100%	114	8	9	8	3	7	3	25%	7	
2013		2	9	19	20	-11	120	11	123%	126	16	9	17	-8	64	8	89%	64	
2014		3	33	20	19	14	197	14	43%	190	26	9	25	8	66	8	25%	66	
2015		4	32	21	20	11	127	11	36%	122	34	9	34	-3	8	3	9%	8	
2016		5			21								43						

Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coefficiente	0,8636289							
Coefficiente	0,74585488							
R ² ajustado	0,61878232							
Error típico	8,0214609							
Observacion	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	de cuadrado de los cua	F	valor crítico de F				
Regresión	1	377,667405	377,667405	5,86951967	0,1363711			
Residuos	2	128,68767	64,343835					
Total	3	506,355075						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad Inferior 95%	Superior 95%	nferior 95,0%	uperior 95,0%	
Intercepción	-0,78	9,8242431	-0,07939543	0,94394722	-43,0503064	41,4903064	-43,0503064	41,4903064
Variable X 1	8,691	3,58730637	2,42270916	0,1363711	-6,74393355	24,1259335	-6,74393355	24,1259335

Ilustración 50: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180112891
Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL									SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA								
				CFE	-0,69						CFE	-0,01							
				Ē	-0,17						Ē	0,00							
				MSE	68,59						MSE	15,62							
				σ	9,55						σ	4,56							
n	4			MAD	7,38						MAD	3,82							
α	0,1			MAPE	690%						MAPE	216%							
β	0,2			TS/SR	-0,09						TS/SR	0,00							
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	
		0		14							-2	6							
2012		1	1	13	14	13	179	13	2675%	184	4	6	5	4	16	4	800%	16	
2013		2	16	13	13	-3	9	3	19%	8	11	6	10	-5	27	5	34%	27	
2014		3	20	14	13	-7	44	7	34%	42	17	6	17	-2	6	2	12%	6	
2015		4	20	14	14	-6	42	6	32%	40	23	6	24	4	13	4	18%	13	
2016		5			14								30						

Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coefficiente	0,88267064							
Coefficiente	0,77910745							
R ² ajustado	0,66866118							
Error típico	5,26189129							
Observacion	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	cuadrado de los cua	F	valor crítico de F				
Regresión	1	195,3125	195,3125	7,05417607	0,11732936			
Residuos	2	55,375	27,6875					
Total	3	250,6875						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%	
Intercepción	-1,75	6,44447438	-0,27155046	0,81142964	-29,4783353	25,9783353	25,9783353	
Variable X 1	6,25	2,35318933	2,65596989	0,11732936	-3,87495647	16,3749565	-3,87495647	16,3749565

Ilustración 53: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180110011
Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL										SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA										
		CFE	-0,29									CFE	-0,02									
		Ē	-0,07									Ē	0,00									
		MSE	87,33									MSE	77,06									
		σ	10,79									σ	10,14									
n	4	MAD	8,73									MAD	8,66									
α	0,1	MAPE	151%									MAPE	118%									
β	0,2	TS/SR	-0,03									TS/SR	0,00									
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²				
		0		14							7	3										
2012		1	3	13	14	12	141	12	475%	143	9	3	10	7	56	7	298%	56				
2013		2	19	14	13	-6	34	6	31%	33	13	3	12	-7	49	7	37%	49				
2014		3	26	15	14	-12	150	12	47%	148	17	3	16	-10	107	10	40%	107				
2015		4	10	14	15	5	25	5	50%	26	19	3	20	10	97	10	98%	97				
2016		5			14								22									
											Resumen											
											Estadísticas de la regresión											
											Coeficiente 0,37067352											
											Coeficiente 0,13739886											
											R ² ajustado -0,29390172											
											Error típico 11,6870655											
											Observación 4											
											ANÁLISIS DE VARIANZA											
											Grados de libertad de cuadrado de los cu											
											F valor crítico de F											
											Regresión 1 43,5125 43,5125 0,31856868 0,62932648											
											Residuos 2 273,175 136,5875											
											Total 3 316,6875											
											Coeficientes Error típico Estadística t Probabilidad Inferior 95% Superior 95% Inferior 95,0% Superior 95,0%											
											Intercepción 7 14,3136735 0,48904287 0,67318342 -54,5867665 68,5867665 -54,5867665 68,5867665											
											Variable X 1 2,95 5,22661458 0,56441889 0,62932648 -19,5383075 25,4383075 -19,5383075 25,4383075											

Ilustración 56: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180113082
Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL										SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA										MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN																																												
		CFE	-0,42									CFE	0,02										CFE	-0,18										MSE	74,51										MSE	45,05										MSE	45,05	Sem.I	0,9							
		Ē	-0,08								Ē	0,00											Ē	-0,04										σ	9,65										σ	7,50										σ	7,50									
		MAD	7,25								MAD	7,63											MAD	5,92										MAPE	28%										MAPE	31%										MAPE	25%									
		TS/SR	-0,06								TS/SR	0,00											TS/SR	-0,03										TS/SR	-0,03																															
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t ·Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t ·Ē) ²	PM(2)	PMC(2)	S _t	I _t	S _t	Desest.	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t ·Ē) ²																																			
		0		25							19	2																																																						
2013	Sem.I	1	28	26	25	-3	9	3	11%	8	22	2	21	-7	53	7	28%	53																																																
	Sem.II	2	21	25	26	4	19	4	20%	19	24	2	24	3	8	3	13%	8																																																
2014	Sem.I	3	18	25	25	7	54	7	41%	55	25	2	26	8	67	8	46%	67																																																
	Sem.II	4	19	24	25	5	29	5	28%	30	27	2	27	8	67	8	43%	67																																																
2015	Sem.I	5	40	26	24	-16	262	16	40%	259	30	2	28	-12	139	12	29%	139																																																
	Sem.II	6			26																																																													
2016	Sem.I	7			26								126																																																					

Resumen										Resumen									
Estadísticas de la regresión										Estadísticas de la regresión									
Coeficiente					0,36554925					Coeficiente					0,39399035				
Coeficiente					0,13362625					Coeficiente					0,15522839				
R ² ajustado					-0,155165					R ² ajustado					-0,12636214				
Error típico					9,88811728					Error típico					9,46796419				
Observación					5					Observación					5				
ANÁLISIS DE VARIANZA										ANÁLISIS DE VARIANZA									
Grados de libertad de cuadrado de los cua										Grados de libertad de los cua									
F										F									
valor crítico de F										valor crítico de F									
Regresión					1 45,24129 45,24129 0,4627088 0,54515227					Regresión					1 49,4 49,4159 0,551255718 0,51165448				
Residuos					3 293,32459 97,7748633					Residuos					3 269 89,6423				
Total					4 338,56588					Total					4 318				
Coeficientes										Coeficientes									
Error típico										Error típico									
Estadístico t										Estadístico t									
Probabilidad										Probabilidad									
Inferior 95%										Inferior 95%									
Superior 95%										Superior 95%									
inferior 95,0%										inferior 95,0%									
superior 95,0%										superior 95,0%									
Intercepción					19,021 10,3707449 1,83410162 0,16399816 -13,9833388 52,0253388 -13,9833388 52,0253388					Intercepción					21,9698229 9,93 2,21245 0,113841115 -9,63213818 53,5717841 -9,63213818 53,5717841				
Variable X 1					2,127 3,12689724 0,68022702 0,54515227 -7,82418256 12,0781826 -7,82418256 12,0781826					Variable X 1					2,22296774 2,99 0,74247 0,511654476 -7,30538205 11,7513175 -7,30538205 11,7513175				

Ilustración 58: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180112933
Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL										SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA									
		CFE	0,40									CFE	0,00								
		Ē	0,13									Ē	0,00								
		MSE	32,42									MSE	2,64								
		σ	6,96									σ	1,99								
		MAD	5,38									MAD	1,53								
		MAPE	13%									MAPE	4%								
		TS/SR	0,07									TS/SR	0,00								
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²			
		0		42							55	-6									
2013		1	50	43	42	-7	56	7	15%	58	49	-6	49	-1	1	1	2%	1			
2014		2	40	43	43	3	8	3	7%	8	42	-6	42	2	5	2	6%	5			
2015		3	37	42	43	6	33	6	16%	32	36	-6	36	-1	1	1	3%	1			
2016		4		42									30								

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de	0,95936885
Coefficiente de	0,92038859
R ² ajustado	0,84077717
Error típico	2,65361389
Observación	3

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrática	F	Valor crítico de F
Regresión	1	81,4088	81,4088	11,561013	0,18209845
Residuos	1	7,04166667	7,04166667		
Total	2	88,4504667			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad inferior	95% Superior	95% inferior	95,0% Superior	95,0% inferior
Intercepción	55,0966667	4,05346217	13,5924956	0,04675189	3,59254646	106,600787	3,59254646	106,600787
Variable X 1	-6,38	1,87638837	-3,40014897	0,18209845	-30,2217749	17,4617749	-30,2217749	17,4617749

Ilustración 59: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180112933
Fuente: Elaborado por la autora

				SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL							SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDECIA								
				CFE	0,64							CFE	-0,01						
				Ē	0,16							Ē	0,00						
				MSE	108,58							MSE	70,27						
				σ	12,02							σ	9,68						
n	4			MAD	7,52							MAD	7,89						
α	0,1			MAPE	39%							MAPE	32%						
β	0,2			TS/SR	0,09							TS/SR	0,00						
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē)	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē)	
		0		28							41	-5							
2012		1	27	27	28	1	0	1	2%	0	35	-6	36	9	74	9	32%	74	
2013		2	41	29	27	-14	184	14	33%	188	30	-5	29	-12	140	12	29%	140	
2014		3	29	29	29	0	0	0	1%	0	25	-5	25	-4	16	4	14%	16	
2015		4	13	27	29	16	250	16	122%	245	19	-5	20	7	51	7	55%	51	
2016		5			27								14						
Resumen																			
<u>Estadísticas de la regresión</u>																			
Coeficiente x 1																			
Coeficiente x 2																			
R^2 ajustado																			
Error típico																			
Observacion																			
ANÁLISIS DE VARIANZA																			
<u>Grados de libertad de cuadrado de los cua</u>																			
<u>F</u>																			
<u>valor crítico de F</u>																			
Regresión																			
Residuos																			
Total																			
<u>Coeficientes</u>																			
<u>Error típico</u>																			
<u>Estadístico t</u>																			
<u>Probabilidad Inferior 95%</u>																			
<u>Superior 95%</u>																			
<u>Inferior 95,0%</u>																			
<u>Superior 95,0%</u>																			
Intercepción																			
Variable X 1																			

Ilustración 62: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180346793
Fuente: Elaborado por la autora

				SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL							SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA							MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN																			
				CFE	0,54						CFE	0,00								CFE	0,98																
				\hat{E}	0,13						\hat{E}	0,00								\hat{E}	0,25					Sem.I	1,2										
				MSE	45,19						MSE	15,25								MSE	43,57					Sem.II	0,9										
				σ	7,75						σ	4,51								σ	7,59																
n	4			MAD	5,50						MAD	3,22							MAD	5,88																	
α	0,1			MAPE	39%						MAPE	19%							MAPE	33%																	
β	0,2			TS/SR	0,10						TS/SR	0,00							TS/SR	0,17																	
AÑOS	SEMESTRE	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t - \hat{E}) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t - \hat{E}) ²	PM(2)	PMC(2)	S _t I _t	S _t	Desest.	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t - \hat{E}) ²							
		0		20							32	-5																									
2012	Sem.II	1	27	21	20	-7	46	7	25%	47	27	-5	27	0	0	0	1%	0				0,9	30,71	29,10	26	-1	2	1	5%	3							
2013	Sem.I	2	20	21	21	1	1	1	5%	1	22	-5	23	3	7	3	13%	7	24	23	0,9	1,2	16,25	23,43	29	9	78	9	44%	74							
	Sem.II	3	24	21	21	-3	10	3	13%	11	18	-5	18	-6	42	6	27%	42	22	20	1,2	0,9	27,30	17,76	16	-8	70	8	35%	74							
2014	Sem.I	4	10	20	21	11	124	11	111%	121	13	-5	14	4	13	4	36%	13	17			1,2	8,13	12,09	15	5	24	5	49%	21							
	Sem.II	5		20									9											6,42													
2015	Sem.I	6		20									4											0,75													
	Sem.II	7		20									-1											-4,92													
2016	Sem.I	8		20									-6											-10,60													

Ilustración 64: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180112920
Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL									SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA									
				CFE	0,57						CFE	-0,02								
				Ē	0,19						Ē	-0,01								
				MSE	212,90						MSE	162,23								
				σ	17,86						σ	15,60								
n	3			MAD	11,90						MAD	12,00								
α	0,1			MAPE	75%						MAPE	56%								
β	0,2			TS/SR	0,05						TS/SR	0,00								
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²		
		0		27							44	-9								
2012		1	27	27	27	0	0	0	0%	0	35	-9	36	9	72	9	31%	72		
2013		2	44	29	27	-17	289	17	39%	295	28	-8	26	-18	325	18	41%	325		
2014		3	10	27	29	19	350	19	187%	343	19	-8	19	9	90	9	95%	90		
2015		4			27								10							
2016		5			27								2							
Resumen																				
Estadísticas de la regresión																				
Coeficiente de regresión 0,5																				
Coeficiente de regresión 0,25																				
R ² ajustado -0,5																				
Error típico 20,8206628																				
Observaciones 3																				
ANÁLISIS DE VARIANZA																				
Grados de libertad de cuadrado de los cuadrados F Valor crítico de F																				
Regresión 1 144,5 144,5 0,33333333 0,66666667																				
Residuos 1 433,5 433,5																				
Total 2 578																				
Coeficientes Error típico Estadística t Probabilidad inferior 95% Superior 95% inferior 95,0% superior 95,0%																				
Intercepción 44 31,8040878 1,38346996 0,39844625 -360,109251 448,109251 -360,109251 448,109251																				
Variable X 1 -8,5 14,7224319 -0,57735027 0,66666667 -195,566233 178,566233 -195,566233 178,566233																				

Ilustración 65: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180112920

Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL										SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA										MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN																			
		CFE	0,01									CFE	-6,51										CFE	0,06												Sem.II	1,1			Sem.I	0,7
		Ē	0,00								Ē	-1,09											Ē	0,01																	
		MSE	13,56								MSE	60,39											MSE	11,50																	
		σ	4,03								σ	7,54											σ	3,72																	
		MAD	2,98								MAD	6,51											MAD	2,91																	
		MAPE	54%								MAPE	62%											MAPE	42%																	
		TS/SR	0,00								TS/SR	-1,00											TS/SR	0,02																	
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	PM(2)	PMC(2)	S _t ; I _t	S _t	Desest.	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²											
		0		10							0	0										1,1		12,60	8,68	10	-4	19	4	31%	19										
2012	Sem.II	1	14	10	10	-5	20	5	32%	20	1	0	0	-14	196	14	100%	167																							
2013	Sem.I	2	3	9	10	7	48	7	232%	48	2	0	2	-1	2	1	44%	0		8,5	8	0,38	0,7	4,54	9,57	6	3	111%	11												
	Sem.II	3	12	10	9	-3	8	3	23%	8	3	1	2	-10	98	10	82%	77		7,5	9,0	1,3	1,1	10,80	10,46	12	0	0	3%	0											
2014	Sem.I	4	9	9	10	1	0	1	6%	0	4	1	4	-5	29	5	60%	19		10,5	9,5	0,9	0,7	13,61	11,34	7	-2	2	2	17%	2										
	Sem.II	5	8	9	9	1	2	1	18%	2	5	1	5	-3	10	3	40%	5		8,5	9,0	0,9	1,1	7,20	12,23	14	6	31	6	70%	31										
2015	Sem.I	6	11	9	9	-2	3	2	15%	3	6	1	6	-5	27	5	48%	17		9,5		0,7	1,1	16,64	13,11	9	-2	5	2	21%	5										
	Sem.II	7			9								7									1,1		14,00	16																
2016	Sem.I	8		9									8									0,7		14,88	10																

Resumen								
<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente	0,37535758							
Coefficiente	0,14089331							
R ² ajustad	-0,07388336							
Error típico	4,57233395							
Observacion	6							
<i>ANÁLISIS DE VARIANZA</i>								
	Grados de libertad	cuadro de los cu	F	valor crítico de F				
Regresión	1	13,7	13,7145	0,655999147	0,46340632			
Residuos	4	83,6	20,9062					
Total	5	97,3						
	Coefficientes	or t	estadístico	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	inferior 95,0%	superior 95,0%
Intercepción	7,79927032	4,26	1,83227	0,140855615	-4,01897717	19,6175178	-4,01897717	19,6175178
Variable X 1	0,88525942	1,09	0,80994	0,463406316	-2,14938639	3,91990523	-2,14938639	3,91990523

Ilustración 67: Pruebas de métodos de pronóstico semestral ítem 180341141
Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL										SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA								
		CFE	0,26								CFE	0,00								
		Ē	0,07								Ē	0,00								
		MSE	14,00								MSE	7,56								
		σ	4,32								σ	3,17								
n	4	MAD	2,74								MAD	2,63								
α	0,1	MAPE	20%								MAPE	16%								
β	0,2	TS/SR	0,10								TS/SR	0,00								
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²		
		0		17							22	-2								
2012		1	17	17	17	-1	0	1	3%	0	20	-2	20	3	8	3	16%	8		
2013		2	21	17	17	-4	20	4	21%	20	18	-2	17	-4	14	4	18%	14		
2014		3	17	17	17	0	0	0	0%	0	16	-2	15	-2	2	2	9%	2		
2015		4	11	16	17	6	36	6	55%	35	13	-2	13	2	6	2	22%	6		
2016		5			16								11							

Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coefficiente	0,68884672							
Coefficiente	0,4745098							
R ² ajustado	0,21176471							
Error típico	3,66060104							
Observación	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	de cuadrado	de los cuadrados	F	valor crítico de F			
Regresión	1	24,2	24,2	1,80597015	0,31115328			
Residuos	2	26,8	13,4					
Total	3	51						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	22	4,48330235	4,9070971	0,0391089	2,70990689	41,2900931	2,70990689	41,2900931
Variable X 1	-2,2	1,63707055	-1,34386389	0,31115328	-9,24374609	4,84374609	-9,24374609	4,84374609

Ilustración 68: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180341141
Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL										SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA							
		CFE	0,16								CFE	-0,02							
		Ē	0,04								Ē	-0,01							
		MSE	173,04								MSE	174,90							
		σ	15,19								σ	15,27							
n	4	MAD	11,13								MAD	11,31							
α	0,1	MAPE	109%								MAPE	104%							
β	0,2	TS/SR	0,01								TS/SR	0,00							
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	
		0		20							23	-1							
2012		1	14	19	20	6	36	6	43%	36	21	-1	22	8	56	8	54%	56	
2013		2	22	20	19	-3	7	3	12%	7	20	-1	20	-2	6	2	11%	6	
2014		3	39	22	20	-19	374	19	50%	376	21	-1	19	-20	411	20	52%	410	
2015		4	5	20	22	17	275	17	332%	274	19	-1	20	15	227	15	301%	227	
2016		5			20								18						

Resumen				
Estadísticas de la regresión				
Coefficiente	0,08937125			
Coefficiente	0,00798722			
R^2 ajustado	-0,48801917			
Error típico	17,6210102			
Observación	4			
ANÁLISIS DE VARIANZA				
	Grados de libertad	cuadrado de los cua	F	valor crítico de F
Regresión	1	5	5	0,01610306
Residuos	2	621	310,5	
Total	3	626		
Coefficientes				
Intercepción	22,5	21,5812419	1,04257207	0,40660917
Variable X 1	-1	7,88035532	-0,12689783	0,91062875
				Inferior 95%
				Superior 95%
				Inferior 95,0%
				Superior 95,0%

Ilustración 71: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180343618

Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL										SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA							
				CFE	-1,87						CFE	0,00							
				Ē	-0,62						Ē	0,00							
				MSE	640,64						MSE	3,06							
				σ	30,95						σ	2,14							
n	3			MAD	20,76						MAD	1,65							
α	0,1			MAPE	57%						MAPE	4%							
β	0,2			TS/SR	-0,09						TS/SR	0,00							
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	
		0		50							-9	30							
2012		1	22	48	50	28	803	28	129%	839	21	30	21	-1	1	1	5%	1	
2013		2	48	48	48	0	0	0	1%	0	50	29	50	2	6	2	5%	6	
2014		3	81	51	48	-33	1119	33	41%	1078	80	29	80	-1	2	1	2%	2	
2015		4			51								109						
2016		5			51								139						
Resumen																			
<u>Estadísticas de la regresión</u>																			
Coeficiente x 0,99766215																			
Coeficiente y 0,99532978																			
R^2 ajustado 0,99065955																			
Error típico 2,85773803																			
Observacion 3																			
<u>ANÁLISIS DE VARIANZA</u>																			
Grados de libertad de cuadrado de los cua F Valor crítico de F																			
Regresión 1 1740,5 1740,5 213,122449 0,04353992																			
Residuos 1 8,16666667 8,16666667																			
Total 2 1748,66667																			
Coeficientes Error típico Estadística t Probabilidad Inferior 95% Superior 95% Inferior 95,0% Superior 95,0%																			
Intercepción -8,66666667 4,36526695 -1,98536923 0,29704104 -64,1326423 46,7993089 -64,1326423 46,7993089																			
Variable X 1 29,5 2,02072594 14,5987139 0,04353992 3,82424246 55,1757575 3,82424246 55,1757575																			

Ilustración 74: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180345575
Fuente: Elaborado por la autora

		SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL										SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL CON TENDENCIA									
		CFE	-0,07									CFE	-0,01								
		Ē	-0,02									Ē	0,00								
		MSE	82,60									MSE	82,86								
		σ	10,49									σ	10,51								
n	4	MAD	7,66									MAD	7,49								
α	0,1	MAPE	76%									MAPE	78%								
β	0,2	TS/SR	-0,01									TS/SR	0,00								
Año	Semestre	t	D _t	L _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²	L _t	T _t	Pronóstico	E _t	E _t ²	E _t	Error Porcentual	(E _t -Ē) ²			
		0		12							10	1									
2012		1	8	12	12	4	18	4	53%	18	11	1	11	3	8	3	36%	8			
2013		2	9	12	12	3	8	3	31%	8	11	1	11	2	6	2	27%	6			
2014		3	27	13	12	-15	239	15	57%	238	13	1	12	-15	225	15	56%	225			
2015		4	5	12	13	8	65	8	162%	66	14	1	15	10	92	10	192%	92			
2016		5			12								15								

Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coefficiente	0,11643232							
Coefficiente	0,01355649							
R^2 ajustado	-0,47966527							
Error típico	12,1387808							
Observacion	4							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	de cuadrado de los cua	F	valor crítico de F				
Regresión	1	4,05	4,05	0,02748558	0,88356768			
Residuos	2	294,7	147,35					
Total	3	298,75						
Coefficientes								
Intercepción	10	14,8669096	0,67263475	0,57048303	-53,967149	73,967149	-53,967149	73,967149
Variable X 1	0,9	5,42862782	0,16578775	0,88356768	-22,4575003	24,2575003	-22,4575003	24,2575003

Ilustración 77: Pruebas de métodos de pronóstico anual ítem 180117780
Fuente: Elaborado por la autora

CONTROL DEL PRONÓSTICO DE LA CONSIGNACIÓN

Con las diferentes pruebas realizadas a cada ítem se han ido dando eventos que permiten el monitoreo de los resultados:

- Hay casos que no pueden ajustarse a ciertos métodos porque aun estando agrupados en períodos siguen estando dispersos.
- Es importante analizar la bondad de ajuste dada por los coeficientes de relación r , donde se aprecia la relación entre la variable dependiente e independiente y si los modelos son suficientes para la toma de decisiones. En general, al observar el coeficiente de correlación r en las tablas generadas por el sistema computarizado en las pruebas anteriores, los resultados que más se acercan a ± 1 relacionan más el consumo de los productos en el tiempo, sin embargo, en ninguno de los casos hay gran cercanía a este valor, lo que indica que la relación podría ajustarse mejor si se adiciona una variable más con información de mantenimiento que es el departamento que dispone el consumo de los productos y que programa sus actividades en el tiempo dependiendo de factores exógenos como las necesidades de producción y de mercado del consignatario.
- Otra observación importante, es el hecho de que no todos los productos cuentan con un número de observaciones adecuado, ni con cantidades relevantes de consumo en el tiempo al que se refiere la presente investigación de tal manera que no pueden someterse a las pruebas de pronóstico. Estos productos corresponden a referencias de clasificación tipo B (ítem 150011106) y C (180112879, 180112894, 180112903 y 180340093), sin embargo, más adelante se podrá hacer un análisis en dependencia a su costo que permitirá recomendar su permanencia o no dentro del acuerdo de consignación.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE PRONÓSTICO DE LOS ÍTEMS DE LA CONSIGNACIÓN

En base a las medidas de error de los pronósticos, a continuación se presentarán cuadros con los resultados por período centrando la validez de la predicción en el MAPE; error porcentual medio absoluto; que indicará el porcentaje del error del pronóstico promedio en comparación a la demanda observada. (Krajewsky & Ritzman P., 2008).

Mientras más pequeño sea este porcentaje, menor es la probabilidad de error en la técnica de pronóstico; bajo ese criterio se aconseja al analista el método estadístico más adecuado para el pronóstico de la demanda del producto. La generación de un gráfico permitirá visualizar mejor los resultados del método elegido.

ÍTEM	180112876											
CLASIFICACION DE INVENTARIO	A											
	TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.			
CFE	0,58	-0,01	-1,84	CFE	-0,14	8,56	12,48	CFE	-0,06	0,07		
Ē	0,05	0,00	-0,17	Ē	-0,02	1,43	2,08	Ē	-0,01	0,02		
MSE	212,15	211,01	150,19	MSE	533,69	635,67	638,67	MSE	1625,36	1653,70		
σ	15,27	15,24	12,83	σ	25,31	27,13	26,63	σ	46,55	46,96		
MAD	10,71	11,02	10,71	MAD	16,14	16,22	18,47	MAD	32,43	32,41		
MAPE	341%	343%	217%	MAPE	67%	50%	52%	MAPE	131%	133%		
TS/SR	0,05	0,00	-0,17	TS/SR	-0,01	0,53	0,68	TS/SR	0,00	0,00		

Ilustración 78: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180112876
Fuente: Elaborado por la autora

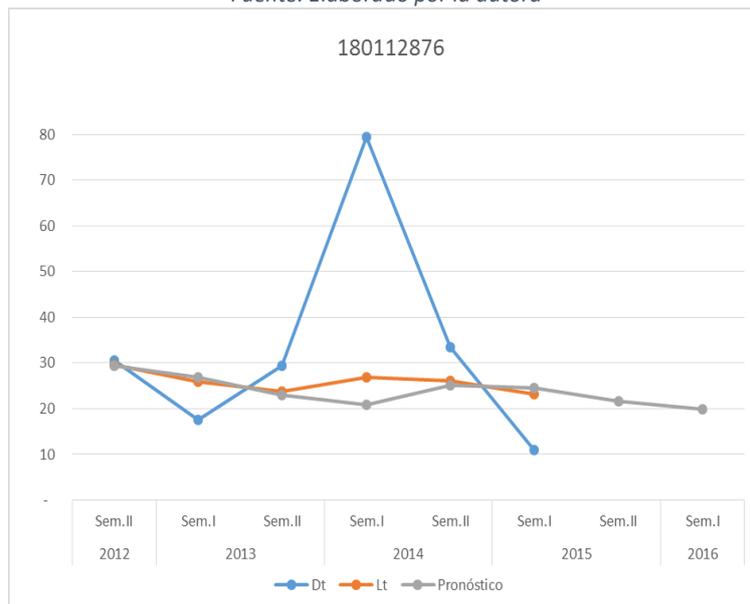


Ilustración 79: Gráfico del método adecuado del ítem 180112876
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180112891											
CLASIFICACION DE INVENTARIO	A											
	TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.			
CFE	0,72	0,00	-0,18	CFE	1,02	0,00	8,72	CFE	0,98	0,00		
Ē	0,09	0,00	-0,02	Ē	0,17	0,00	1,45	Ē	0,25	0,00		
MSE	76,94	76,69	34,89	MSE	109,49	56,98	153,15	MSE	138,50	36,08		
σ	9,37	0,00	6,31	σ	0,00	8,27	12,48	σ	13,57	6,94		
MAD	6,55	7,52	3,98	MAD	8,84	7,33	9,76	MAD	11,69	5,37		
MAPE	162%	206%	125%	MAPE	150%	112%	81%	MAPE	75%	37%		
TS/SR	0,11	0,00	-0,04	TS/SR	0,12	0,00	0,89	TS/SR	0,08	0,00		

Ilustración 80: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180112891
Fuente: Elaborado por la autora

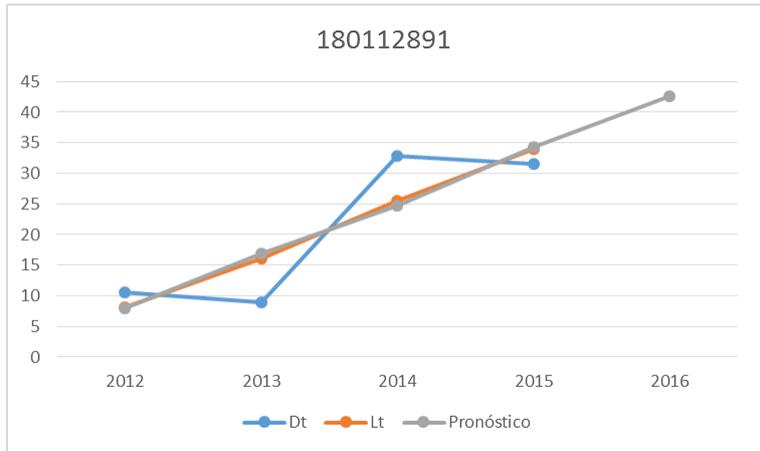


Ilustración 81: Gráfico del método adecuado del ítem 180112891
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180110011										
CLASIFICACION DE INVENTARIO	A										
	TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL				
	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.		
CFE	-0,76	0,01	0,43	CFE	-0,84	0,00	1,12	CFE	-0,69	-0,01	
Ē	-0,09	0,00	0,05	Ē	-0,14	0,00	0,19	Ē	-0,17	0,00	
MSE	36,09	16,38	25,68	MSE	53,74	15,08	58,22	MSE	68,59	15,62	
σ	6,41	4,33	5,41	σ	8,01	4,25	8,33	σ	9,55	4,56	
MAD	4,47	3,00	3,04	MAD	6,49	3,19	5,04	MAD	7,38	3,82	
MAPE	254%	58%	71%	MAPE	439%	75%	189%	MAPE	690%	216%	
TS/SR	-0,17	0,00	0,14	TS/SR	-0,13	0,00	0,22	TS/SR	-0,09	0,00	

Ilustración 82: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180110011
Fuente: Elaborado por la autora

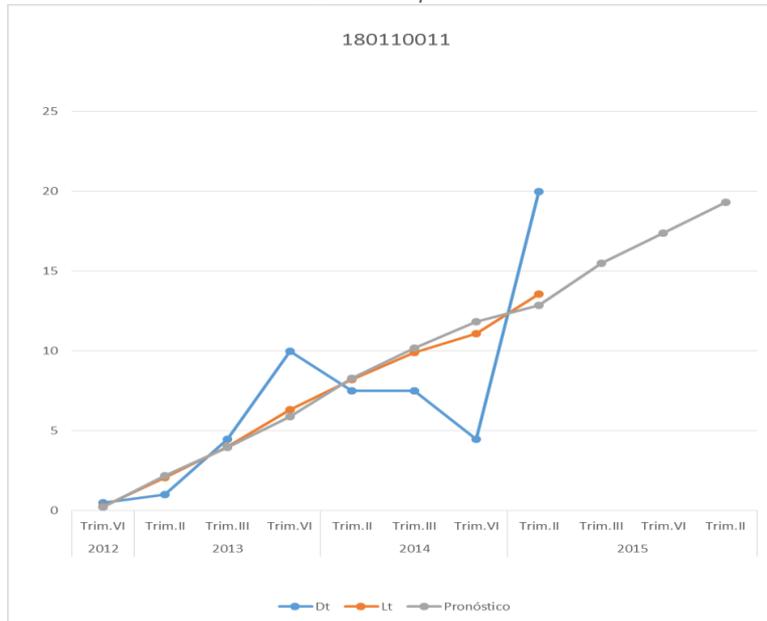


Ilustración 83: Gráfico del método adecuado del ítem 180110011
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180113082										
CLASIFICACION DE INVENTARIO	A										
TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.
CFE	-0,51	0,00	0,24	CFE	-0,25	0,00	-0,05	CFE	-0,29	-0,02	
Ē	-0,05	0,00	0,02	Ē	-0,04	0,00	-0,01	Ē	-0,07	0,00	
MSE	16,23	9,12	9,23	MSE	33,71	30,00	21,63	MSE	87,33	77,06	
σ	4,24	3,18	3,20	σ	6,36	6,00	5,09	σ	10,79	10,14	
MAD	3,62	2,63	2,40	MAD	4,61	4,56	4,26	MAD	8,73	8,66	
MAPE	237%	158%	89%	MAPE	77%	64%	55%	MAPE	151%	118%	
TS/SR	-0,14	0,00	0,10	TS/SR	-0,05	0,00	-0,01	TS/SR	-0,03	0,00	

Ilustración 84: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180113082
Fuente: Elaborado por la autora

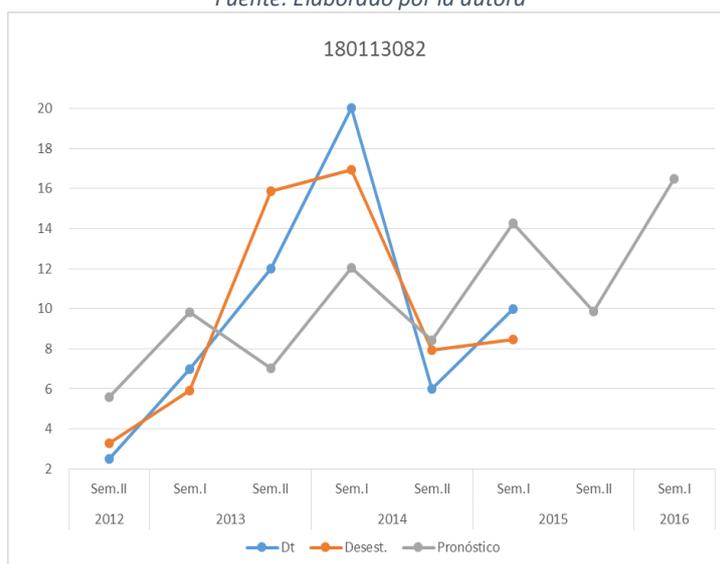


Ilustración 85: Gráfico del método adecuado del ítem 180113082
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180112933										
CLASIFICACION DE INVENTARIO	A										
TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.
CFE	0,42	18,02		CFE	-0,42	0,02	-0,18	CFE	0,40	0,00	
Ē	0,08	3,60		Ē	-0,08	0,00	-0,04	Ē	0,13	0,00	
MSE	74,51	387,05		MSE	74,51	66,56	45,05	MSE	32,42	2,64	
σ	9,65	18,38		σ	9,65	9,12	7,50	σ	6,96	1,99	
MAD	7,25	18,02		MAD	7,25	7,63	5,92	MAD	5,38	1,53	
MAPE	28%	69%		MAPE	28%	31%	25%	MAPE	13%	4%	
TS/SR	0,06	1,00		TS/SR	-0,06	0,00	-0,03	TS/SR	0,07	0,00	

Ilustración 86: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180112933
Fuente: Elaborado por la autora

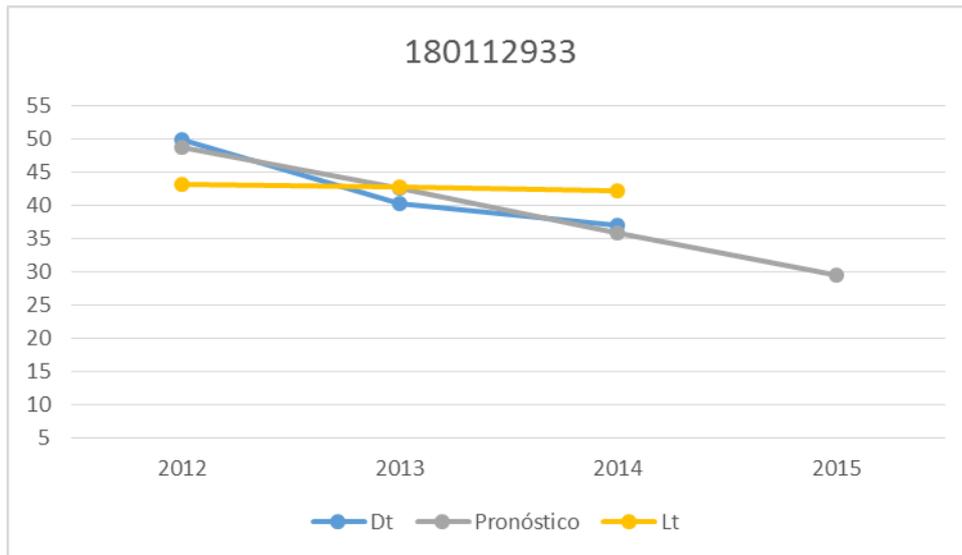


Ilustración 87: Gráfico del método adecuado del ítem 180112933
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180346793										
CLASIFICACION DE INVENTARIO	A										
	TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL				
	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.		
CFE	-0,21	-0,03	0,95	CFE	0,46	0,00	0,48	CFE	0,64	-0,01	
Ē	-0,02	3,60	0,08	Ē	0,08	0,00	0,08	Ē	0,16	0,00	
MSE	31,60	387,05	23,53	MSE	54,09	42,15	8,16	MSE	108,58	70,27	
σ	5,87	18,38	5,05	σ	8,05	7,11	3,12	σ	12,02	9,68	
MAD	4,38	18,02	3,89	MAD	6,64	5,64	2,66	MAD	7,52	7,89	
MAPE	128%	69%	81%	MAPE	53%	44%	21%	MAPE	39%	32%	
TS/SR	-0,05	1,00	0,24	TS/SR	0,07	0,00	0,18	TS/SR	0,09	0,00	

Ilustración 88: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180346793
Fuente: Elaborado por la autora

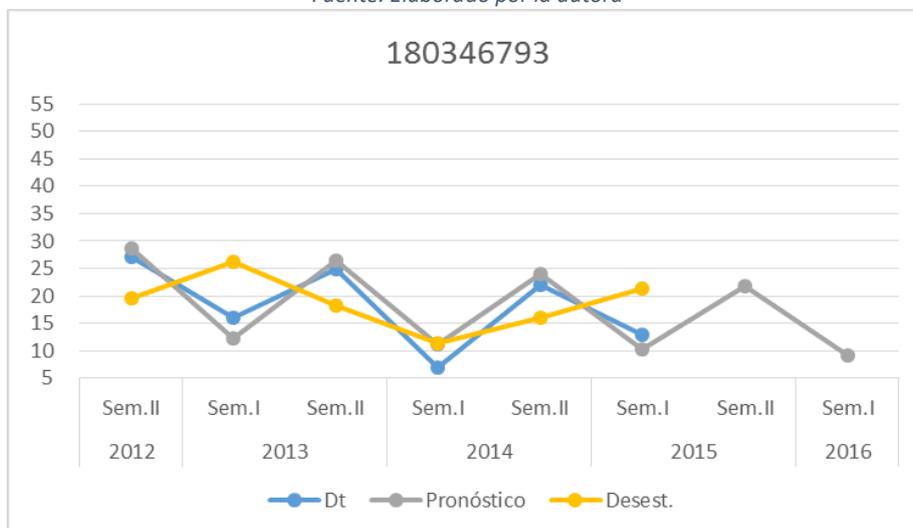


Ilustración 89: Gráfico del método adecuado del ítem 180346793
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180112920										
CLASIFICACION DE INVENTARIO	B										
TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.
CFE	0,26	0,00		CFE	0,54	0,00	0,98	CFE	0,57	-0,02	
Ē	0,04	0,00		Ē	0,13	0,00	0,25	Ē	0,19	-0,01	
MSE	27,85	24,25		MSE	45,19	15,25	43,57	MSE	212,90	162,23	
σ	5,78	5,39		σ	7,75	4,51	7,59	σ	17,86	15,60	
MAD	4,72	4,17		MAD	5,50	3,22	5,88	MAD	11,90	12,00	
MAPE	41%	38%		MAPE	39%	19%	33%	MAPE	75%	56%	
TS/SR	0,06	0,00		TS/SR	0,10	0,00	0,17	TS/SR	0,05	0,00	

Ilustración 90: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180112920
Fuente: Elaborado por la autora

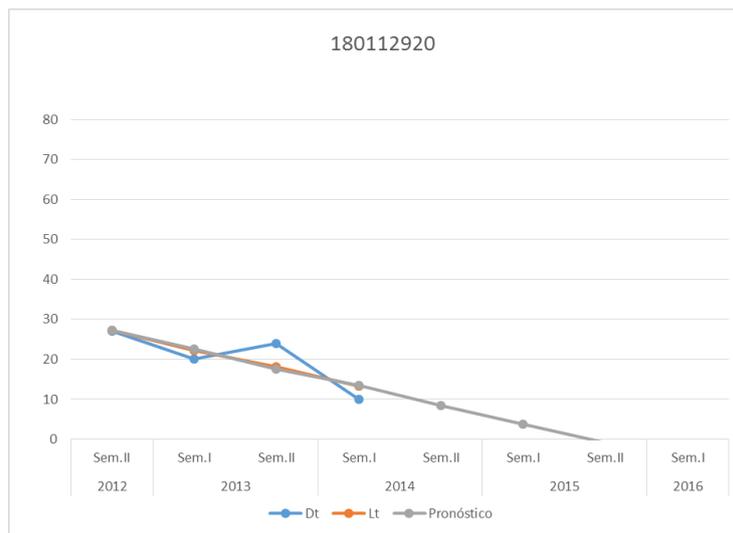


Ilustración 91: Gráfico del método adecuado del ítem 180112920
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180341141										
CLASIFICACION DE INVENTARIO	B										
TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.
CFE	-0,03	-0,03	0,06	CFE	0,01	-6,51	0,06	CFE	0,26	0,00	
Ē	0,00	0,00	0,01	Ē	0,00	-1,09	0,01	Ē	0,07	0,00	
MSE	6,63	6,87	11,50	MSE	13,56	60,39	11,50	MSE	14,00	7,56	
σ	2,69	2,49	3,72	σ	4,03	7,54	3,72	σ	4,32	3,17	
MAD	2,22	2,26	2,91	MAD	2,98	6,51	2,91	MAD	2,74	2,63	
MAPE	82%	84%	42%	MAPE	54%	62%	42%	MAPE	20%	16%	
TS/SR	-0,01	-0,01	0,02	TS/SR	0,00	-1,00	0,02	TS/SR	0,10	0,00	

Ilustración 92: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180341141
Fuente: Elaborado por la autora

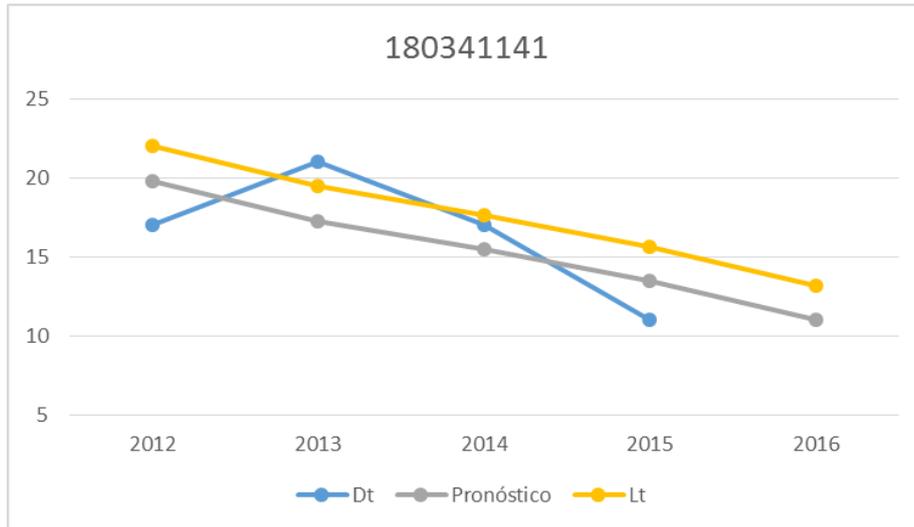


Ilustración 93: Gráfico del método adecuado del ítem 180341141
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180343618										
CLASIFICACION DE INVENTARIO	B										
	TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL				
	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T
CFE	-0,14	-0,01	-0,10	CFE	-0,02	-0,01	-0,34	CFE	0,16	-0,02	
Ē	-0,01	0,00	-0,01	Ē	0,00	0,00	-0,06	Ē	0,04	-0,01	
MSE	8,75	8,49	4,98	MSE	45,93	46,72	22,95	MSE	173,04	174,90	
σ	3,12	3,07	2,35	σ	7,42	7,49	5,24	σ	15,19	15,27	
MAD	2,25	2,42	1,83	MAD	4,57	4,68	3,76	MAD	11,13	11,31	
MAPE	29%	33%	24%	MAPE	48%	50%	35%	MAPE	109%	104%	
TS/SR	-0,06	0,00	-0,06	TS/SR	0,00	0,00	-0,09	TS/SR	0,01	0,00	

Ilustración 94: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180343618
Fuente: Elaborado por la autora

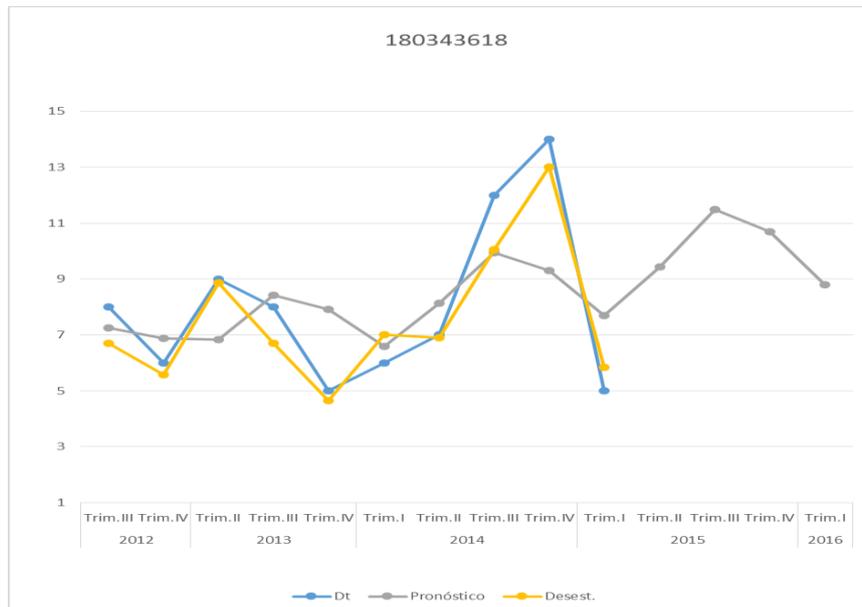


Ilustración 95: Gráfico del método adecuado del ítem 180343618
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM		180345575									
CLASIFICACION DE INVENTARIO		C									
TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.
CFE	-1,28	-0,03	3,02	CFE	-1,37	0,01	0,38	CFE	-1,87	0,00	
Ē	-0,13	0,00	0,30	Ē	-0,27	0,00	0,08	Ē	-0,62	0,00	
MSE	110,86	72,30	128,83	MSE	211,23	80,89	22,59	MSE	640,64	3,06	
σ	11,08	8,96	11,88	σ	16,22	10,06	5,31	σ	30,95	2,14	
MAD	9,23	6,62	7,50	MAD	12,40	8,64	4,15	MAD	20,76	1,65	
MAPE	191%	160%	97%	MAPE	62%	46%	18%	MAPE	57%	4%	
TS/SR	-0,14	0,00	0,40	TS/SR	-0,11	0,00	0,09	TS/SR	-0,09	0,00	

Ilustración 96: Resultados de medición de error del pronóstico para el ítem 180345575
Fuente: Elaborado por la autora

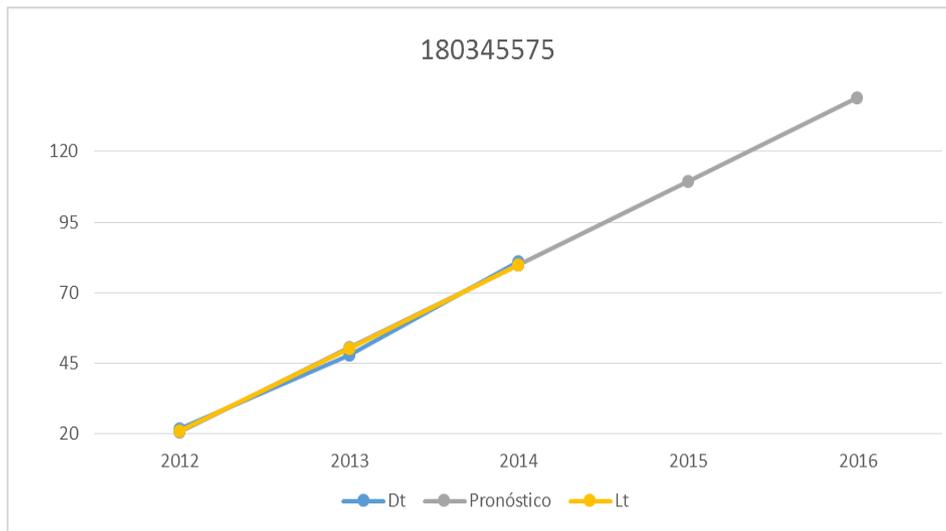


Ilustración 97: Gráfico del método adecuado del ítem 180345575
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM		180117780									
CLASIFICACION DE INVENTARIO		C									
TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.
CFE	-0,22	-0,01	0,47	CFE	-0,23	-0,01	-0,25	CFE	-0,07	-0,01	
Ē	-0,02	0,00	0,05	Ē	-0,04	0,00	-0,04	Ē	-0,02	0,00	
MSE	8,70	7,71	7,57	MSE	26,90	24,29	8,60	MSE	82,60	82,86	
σ	3,13	2,95	2,91	σ	5,68	5,40	3,21	σ	10,49	10,51	
MAD	2,60	2,52	2,31	MAD	3,73	3,90	2,80	MAD	7,66	7,49	
MAPE	95%	87%	71%	MAPE	78%	77%	46%	MAPE	76%	78%	
TS/SR	-0,08	-0,01	0,20	TS/SR	-0,06	0,00	-0,09	TS/SR	-0,01	0,00	

Ilustración 98: Gráfico del método adecuado del ítem 180117780
Fuente: Elaborado por la autora

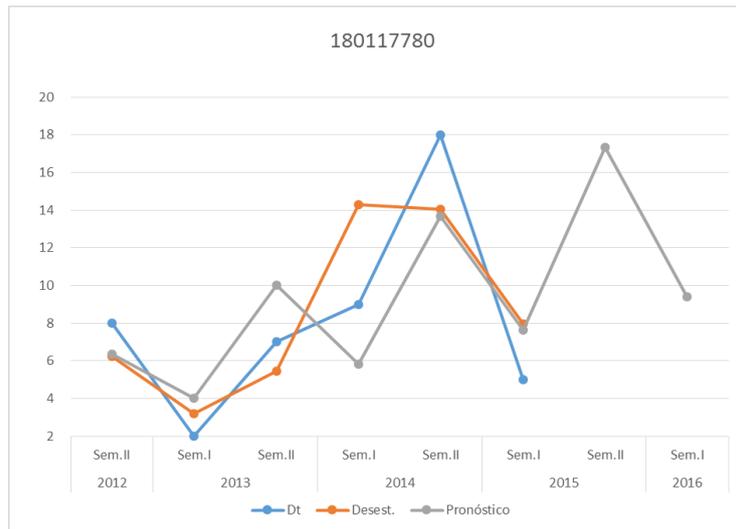


Ilustración 99: Gráfico del método adecuado del ítem 180345575
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	PERÍODO DE TIEMPO ÓPTIMO PARA ANÁLISIS	TÉCNICA DE PRONÓSTICO ESTADÍSTICO ÓPTIMA	ERROR PORCENTUAL
180112876	SEMESTRAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	50%
180112891	ANUAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	37%
180110011	TRIMESTRAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	58%
180113082	SEMESTRAL	DESCOMPOSICIÓN	55%
180112933	ANUAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	4%
180346793	SEMESTRAL	DESCOMPOSICIÓN	21%
180112920	SEMESTRAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	19%
180341141	ANUAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	16%
180343618	TRIMESTRAL	DESCOMPOSICIÓN	24%
180345575	ANUAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	4%
180117780	SEMESTRAL	DESCOMPOSICION	46%

Tabla 16: Resumen de Resultados de Análisis de las mejores técnicas de pronóstico por ítem
Fuente: Elaborado por la autora

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL MÉTODO ADECUADO PARA CONTROL DE INVENTARIO DE MATERIALES DE MANTENIMIENTO ENTRE EL PROVEEDOR Y CLIENTE DE LA CONSIGNACIÓN DE LOS PRODUCTOS CHESTERTON

COSTOS DE LA CONSIGNACIÓN

COSTO DE PEDIR AL PROVEEDOR:

La estructura de este costo para el caso de estudio, implica los recursos usados para el procesamiento del pedido.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR MONETARIO
PERSONAS ENCARGADAS DE LA CONSIGNACION CON EL CONSIGNATARIO	1	\$ 366,00
CONSIGNACIONES ASIGNADAS AL ENCARGADO	3	\$ 122,00
ASIGNACION GASTOS GENERALES	3%	\$ 3,66
COSTO DE PEDIR AL PROVEEDOR= Costo administrativos + Gastos generales.		\$ 125,66

Tabla 17: Estructura del costo de pedir al proveedor

Fuente: Elaborado por la autora

Mediante entrevistas técnicas, se pudo acordar que el valor de gastos generales (comunicaciones, documentación y coligados), corresponden a un 3% del valor administrativo de cada consignación.

Este rubro es constante para las diferentes referencias y aunque puede variar un poco entre categorías, normalmente no están relacionadas con el volumen de la compra o el pedido. (Mora Gutierrez, 2013)

COSTO DE SOSTENER

El costo de sostener está compuesto por el costo de almacenamiento de los productos y el costo financiero que envuelve mantenerlos bajo custodia del consignatario.

Para el caso en concreto, para la estimación del costo de almacenamiento; se recabo información de precios de alquileres de bodegas, en la zona en la que se encuentra ubicada la empresa; (Parque Industrial); mediante los diferentes anuncios de inmobiliarias locales; anexo No.1 ; obteniendo los siguientes resultados:

COSTO DE RENTA	ÁREA (m ²)	ALQUILER MENSUAL
PROPIEDAD 1	800	\$ 2.800,00
PROPIEDAD 2	900	\$ 1.600,00
PROPIEDAD 3	350	\$ 700,00
PROMEDIO	683	\$ 1.700,00
COSTO DE ALQUILER POR (m²) (INLUYEN SERVICIOS)	\$ 2,49	
ALQUILER ANUAL	\$ 29,85	

Tabla 18: Comparativos de costos de alquileres en la zona del consignatario

Fuente: Elaborado por la autora

La tabla anterior calcula un valor promedio del metro cuadrado del bodegaje en las cercanías de la empresa expresado en un valor anual.

Al interior de la empresa, otro objeto de estudio es el área de ocupación de la consignación; para lo cual se debe destacar que el consignatario cuenta con estanterías metálicas con aglomerado; diseñadas para carga media, y pesos livianos adecuados para los productos Chesterton de este contrato; los mismos no implican cuidados especiales de conservación como: refrigeración, calor, lubricación, etc.; ni uso de montacargas para su movilidad y manejo.

ESTANTERÍA	CANTIDAD DE ESTANTERIAS OCUPADAS	ÁREA DESIGNADA (m ²)	VALOR DEL ALQUILER POR AREA	PRODUCTOS POR ESTANTE	COSTO DE ALMACENAMIENTO POR PRODUCTO
ESTANTERÍA 1	1	0,92	\$ 27,50	5,00	\$ 5,50
ESTANTERÍA 2	1,5	1,38	\$ 41,25	8,00	\$ 5,16
ESTANTERÍA 3	1,5	1,38	\$ 41,25	3,00	\$ 13,75
ESTANTERÍA 4	0,25	0,23	\$ 6,87	1,00	\$ 6,87

Tabla 19: Costo del área de ocupación por producto
Fuente: Elaborado por la autora

A continuación los resultados de costos de almacenamiento por cada ítem:

ÍTEM	PERCHA	COSTO DE ALMACENAMIENTO POR PRODUCTO ANUAL
180112876	ESTANTERÍA 2	\$ 5,16
180112891	ESTANTERÍA 2	\$ 5,16
180112903	ESTANTERÍA 2	\$ 5,16
180113082	ESTANTERÍA 2	\$ 5,16
180112933	ESTANTERÍA 3	\$ 13,75
180346793	ESTANTERÍA 1	\$ 5,50
180112920	ESTANTERÍA 3	\$ 13,75
180341141	ESTANTERÍA 2	\$ 5,16
180343618	ESTANTERÍA 1	\$ 5,50
150011106	ESTANTERÍA 4	\$ 6,87
180345575	ESTANTERÍA 1	\$ 5,50
180117780	ESTANTERÍA 1	\$ 5,50
180112879	ESTANTERÍA 2	\$ 5,16
180112894	ESTANTERÍA 2	\$ 5,16
180112903	ESTANTERÍA 3	\$ 13,75
180340093	ESTANTERÍA 1	\$ 5,50

Tabla 20: Costos de almacenamiento por producto
Fuente: Elaborado por la autora

Los costos financieros son tasados considerando que para financiar un inventario las compañías deberían obtener un préstamo o perder una oportunidad de hacer una inversión que prometía un crédito atractivo.

Para financiar la consignación, se puede estimar un préstamo cuya tasa efectiva está vigente a noviembre de 2016 del (préstamo productivo empresarial dispuesto por el BCE) o pagar en efectivo el precio de dicho inventario y perder la oportunidad de invertir este dinero con un rédito esperado mayor. (Krajewsky & Ritzman P., 2000).

TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS VIGENTES			
Tasas Referenciales	Tasas Máximas		
Tasa Activa Efectiva Referencial	% anual	Tasa Activa Efectiva Máxima	% anual
para el segmento:	para el segmento:		
Productivo Corporativo	8.77	Productivo Corporativo	9.33
Productivo Empresarial	10.19	Productivo Empresarial	10.21
Productivo PYMES	10.97	Productivo PYMES	11.83
Comercial Ordinario	9.26	Comercial Ordinario	11.83
Comercial Prioritario Corporativo	8.38	Comercial Prioritario Corporativo	9.33
Comercial Prioritario Empresarial	10.01	Comercial Prioritario Empresarial	10.21
Comercial Prioritario PYMES	11.37	Comercial Prioritario PYMES	11.83
Consumo Ordinario	16.86	Consumo Ordinario*	17.30
Consumo Prioritario	16.81	Consumo Prioritario **	17.30
Educativo	9.50	Educativo **	9.50
Inmobiliario	10.81	Inmobiliario	11.33
Vivienda de Interés Público	4.98	Vivienda de Interés Público	4.99
Microcrédito Minorista	27.22	Microcrédito Minorista	30.50
Microcrédito de Acumulación Simple	25.03	Microcrédito de Acumulación Simple	27.50
Microcrédito de Acumulación Ampliada	21.43	Microcrédito de Acumulación Ampliada	25.50
Inversión Pública	8.18	Inversión Pública	9.33

Tabla 21: Tasa de Interés Activa
Fuente: Banco Central del Ecuador

Por medio de una tabla de amortización, se valorarán los montos que supone se debería pagar a una institución financiera que concediera una operación financiera por el valor que equivale a la sumatoria del mínimo inventario resguardado, es decir la unidad de cada ítem perteneciente a la consignación.

ÍTEM	PRECIO UNITARIO PROMEDIO (PVP)	PORCENTAJE QUE REPRESENTA EL PVP UNITARIO SOBRE EL TOTAL
150011106	\$ 1.221,75	10%
180112879	\$ 1.300,30	11%
180112894	\$ 1.293,10	11%
180112891	\$ 1.278,90	10%
180110011	\$ 1.269,95	10%
180112876	\$ 1.257,65	10%
180113082	\$ 1.196,60	10%
180341141	\$ 232,93	2%
180341141	\$ 216,29	2%

ÍTEM	PRECIO UNITARIO PROMEDIO (PVP)	PORCENTAJE QUE REPRESENTA EL PVP UNITARIO SOBRE EL TOTAL
180112903	\$ 1.154,10	9%
180112920	\$ 500,75	4%
180112933	\$ 1.181,40	10%
180346793	\$ 75,81	1%
180117780	\$ 42,69	0,3%
180343618	\$ 37,08	0,3%
180340093	\$ 25,32	0,2%
180345575	\$ 15,99	0,1%
TOTAL	\$ 12.300,61	

Tabla 22: Valoración del inventario mínimo

Fuente: Elaborado por la autora

TABLA DE AMORTIZACION ANUAL				10,21%
N	CAPITAL	CUOTA C	CUOTA INTERES	CUOTA TOTAL
1	\$ 12.300,61	\$977,96	\$1.255,89	\$1.082,62
2	\$11.322,65	\$986,28	\$1.197,90	\$1.082,62
3	\$10.336,36	\$994,68	\$1.133,99	\$1.082,62
4	\$9.341,69	\$1.003,14	\$1.063,55	\$1.082,62
5	\$8.338,55	\$1.011,67	\$985,92	\$1.082,62
6	\$7.326,88	\$1.020,28	\$900,36	\$1.082,62
7	\$6.306,59	\$1.028,96	\$806,07	\$1.082,62
8	\$5.277,63	\$1.037,72	\$702,15	\$1.082,62
9	\$4.239,91	\$1.046,55	\$587,62	\$1.082,62
10	\$3.193,37	\$1.055,45	\$461,39	\$1.082,62
11	\$2.137,92	\$1.064,43	\$322,28	\$1.082,62
12	\$1.073,49	\$1.073,49	\$168,97	\$1.082,62
				\$12.991,45

Tabla 23: Tabla de amortización del costo financiero

Fuente: Elaborado por la autora

El costo financiero estimado para la consignación es:

ÍTEM	PRECIO UNITARIO PROMEDIO (PVP)	PORCENTAJE QUE REPRESENTA EL PVP UNITARIO SOBRE EL TOTAL	COSTO FINANCIERO (Σ Cuota total tabla de amortización * %)
150011106	\$ 1.221,75	10%	\$ 1.290,37
180112879	\$ 1.300,30	11%	\$ 1.373,33
180112894	\$ 1.293,10	11%	\$ 1.365,72
180112891	\$ 1.278,90	10%	\$ 1.350,73
180110011	\$ 1.269,95	10%	\$ 1.341,27
180112876	\$ 1.257,65	10%	\$ 1.328,28
180113082	\$ 1.196,60	10%	\$ 1.263,80
180341141	\$ 232,93	2%	\$ 246,01
180341141	\$ 216,29	2%	\$ 228,44
180112903	\$ 1.154,10	9%	\$ 1.218,92
180112920	\$ 500,75	4%	\$ 528,87
180112933	\$ 1.181,40	10%	\$ 1.247,75
180346793	\$ 75,81	1%	\$ 80,07
180117780	\$ 42,69	0,3%	\$ 45,09
180343618	\$ 37,08	0,3%	\$ 39,16
180340093	\$ 25,32	0,2%	\$ 26,74
180345575	\$ 15,99	0,1%	\$ 16,89
TOTAL	\$ 12.300,61		\$ 12.991,45

Tabla 24 Costo financiero
Fuente: Elaborado por la autora

Con la estimación del costo financiero y el costo de almacenamiento; el costo de sostener el inventario de consignación es:

COSTO DE SOSTENER =COSTO DE ALMACENAMIENTO + COSTO FINANCIERO				
ÍTEM	COSTO ALMACENAMIENTO	COSTO FINANCIERO	COSTO DE SOSTENER	PORCENTAJE QUE REPRESENTA EL COSTO DE SOSTENER SOBRE EL INVENTARIO MÍNIMO
150011106	\$ 6,87	\$ 1.290,37	\$ 1.297,24	10%
180112879	\$ 5,16	\$ 1.373,33	\$ 1.378,48	11%
180112894	\$ 5,16	\$ 1.365,72	\$ 1.370,88	11%
180112891	\$ 5,16	\$ 1.350,73	\$ 1.355,88	10%
180110011	\$ 5,16	\$ 1.341,27	\$ 1.346,43	10%
180112876	\$ 5,16	\$ 1.328,28	\$ 1.333,44	10%
180113082	\$ 5,16	\$ 1.263,80	\$ 1.268,96	10%
180341141	\$ 5,16	\$ 246,01	\$ 251,17	2%
180341141	\$ 5,16	\$ 246,01	\$ 251,17	2%
180112903	\$ 13,75	\$ 1.218,92	\$ 1.232,67	9%
180112920	\$ 13,75	\$ 528,87	\$ 542,62	4%
180112933	\$ 13,75	\$ 1.247,75	\$ 1.261,50	10%
180346793	\$ 5,50	\$ 80,07	\$ 85,57	1%
180117780	\$ 5,50	\$ 45,09	\$ 50,59	0,4%
180343618	\$ 5,50	\$ 39,16	\$ 44,66	0,3%
180340093	\$ 5,50	\$ 26,74	\$ 32,24	0,2%
180345575	\$ 5,50	\$ 16,89	\$ 22,39	0,2%

*Tabla 25 Costo de Sostener
Fuente: Elaborado por la autora*

COSTO DE AGOTAR

La consignación reduce las posibilidades de faltantes y órdenes atrasadas, sin embargo pueden presentarse eventos en que los artículos que normalmente se tienen en inventario no estén disponibles para satisfacer la demanda y esto se traducen en una pérdida de la venta.

Una ruptura en el stock, genera que se necesite otro proceso logístico de emergencia, para el caso de estudio en particular la estructura comprende costos como:

$$\text{Costo de Agotar} = \text{Costo de pedir} + \text{Costo de pérdida}$$

El costo de pedir, equivale a utilizar más de una vez los recursos del procesamiento del pedido, el mismo que es constante.

Se consideran costos de pérdida, a los valores monetarios que se generan por utilizar otra opción a la de la consignación, debido a que la calidad o forma de uso del producto alternativo puede cambiar los parámetros de las actividades mantenimiento

incrementando el tiempo que involucre la tarea afectando a la disponibilidad⁸, disminuyendo el tiempo entre reparaciones (MTBR), desperdicio de energía, etc., que se traducirán en costos que pudieron ahorrarse.

En el costo de pérdida se incluye el costo del producto alternativo, que no es más que el valor monetario de un insumo con características similares para cumplir la función del faltante, pues por este tipo de elementos el consignatario, no va a parar el equipo y buscará una alternativa que le permita seguir disponible a la unidad, aunque se pueda ver afectada la mantenibilidad⁹ y confiabilidad¹⁰ de la misma por la calidad que tenga el producto alternativo.

El MTBR, o su traducción al idioma inglés; Medium Time to Repair, o tiempo hasta haber reparado la avería. Este índice es adecuado medirlo cuando se requiere vigilar de cerca los tiempos de demoras administrativas, o de recursos físicos o humanos; trabaja con las actividades planeadas y no planeadas de manera conjunta para su predicción. (Mora Gutierrez, 2013)

$$MTBR = \frac{\textit{Tiempo total de funcionamiento}}{\textit{Número de fallas}}$$

No todos los productos son fáciles de medir su desempeño en campo, como es el caso de los productos de uso general MRO pues son usados en un sinnúmero de tareas y equipos de toda clase, por el contrario, los ítems que corresponden a la línea de sellado de fluidos pueden ser medidos los ahorros que generan mediante un ROI (Return on investment/Retorno sobre la inversión) que involucra el MTBR de los equipos.

A pesar del tiempo que ha mantenido este acuerdo, no existen registros de pruebas realizadas con el producto de la consignación, de tal manera que constituye una debilidad ya analizada en el diagnóstico de la situación. Sin embargo, el respaldo de fábrica con casos históricos de aplicaciones muy similares permite estimar los costos de pérdida.

⁸ Disponibilidad: Es la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación, cuando se usa bajo condiciones estables.

⁹ Mantenibilidad: Es la probabilidad de que un elemento, máquina o dispositivo pueda regresar nuevamente a su estado de funcionamiento normal después de una avería, falla o interrupción productiva.

¹⁰ Confiabilidad se define como la probabilidad de que un equipo desempeñe satisfactoriamente las funciones para las cuales se diseñó durante un período específico de tiempo y bajo condiciones normales de operación, ambientales y del entorno. (Mora Gutierrez, 2013)

Los datos técnicos de los casos de estudio, son información pública pues pueden ser descargados de la página web del fabricante y reflejan los resultados de las pruebas de laboratorio que proponen indicar únicamente las características generales.

COSTO DE AGOTAMIENTO PARA UN SELLO MECÁNICO

Para el caso del sello mecánico, una alternativa es usar la empaquetadura de cordón de la misma marca, sin embargo su consecuencia; en base a casos históricos; anexo No. 1; puede disminuir su tiempo medio entre reparaciones, MTBF de un año a cambios de empaque cada dos meses y medio. (A.W. Chesterton Company, 2015)

Tomando en cuenta los costos asociados de mano de obra del personal, el número de personas que se necesitan en la intervención y el tiempo que involucra realizar la tarea más el costo del producto alternativo obtendremos el costo de operación. Este resultado estimado para un período de un año y dividido para el MTBR estimado; será el resultado de lo que la alternativa costará al cabo de un año.

Si el mismo procedimiento se realiza con la alternativa Chesterton, resaltando que aumenta su MTBR a un año para una nueva intervención, se conseguirá otro resultado proyectado a un año. La diferencia entre el costo de la alternativa y el costo de Chesterton generará el *costo de la pérdida* que sumada al costo de pedir nuevamente deriva en el costo de agotamiento.

COSTO DE AGOTAMIENTO PARA EMPAQUETDURAS DE CORDÓN

Las empaquetaduras en cordón o también conocidas como “prensa estopas” son la forma más antigua y más utilizada de controlar fugas en ejes, válvulas y partes funcionales en equipos que deben retener líquidos o gases.

Crean un sello reduciendo o bloqueando completamente el espacio que queda entre el eje (vástago¹¹) y la caja de él prensa estopa. (Anexo No. 3) (A.W. Chesterton Company, 2005)

Consta generalmente de un número de anillos que son instalados entre el espacio que deja la caja prensa estopa y el elemento dinámico eje o vástago

¹¹ Barra o varilla metálica que sirve para unir o sostener otras piezas o transmitir un movimiento a un mecanismo (Español Oxford living dictionaries, 2016)

Elementos Mecánicos +

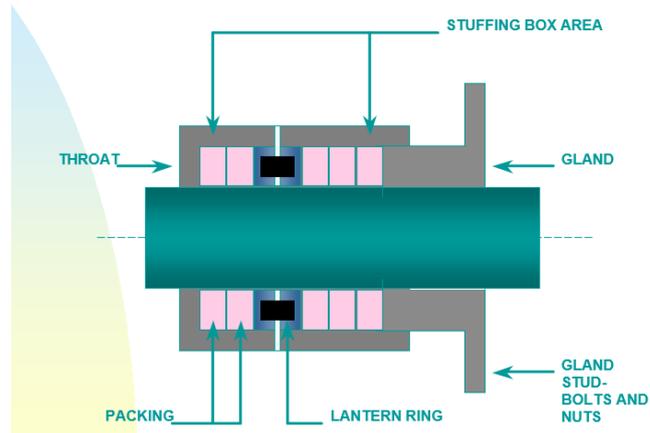


Ilustración 100: Elementos mecánicos

Fuente: (A.W. Chesterton Company, 2005)

En general, la empaquetadura es la parte esencial del sellado de equipos, pero dependiendo del fluido a manejar; la finalidad de que este consumible no elimine la filtración es debido a que las mismas fugas ayudan a lubricar las partes móviles y fijas en contacto. (Universidad Politécnica del Litoral ESPOL, 2016)

Para el caso de quiebre de stock en empaquetaduras de cordón, el consignatario deberá pedir a un proveedor diferente otra empaquetadura en cordón. Casos de estudio en fábrica han comprobado que los cambios de empaque que podían tener un MTBR de tres meses, triplicar su tiempo de recambio con agua caliente.

Al igual que el caso anterior, considerando los costos asociados de mano de obra del personal, el número de personas que se necesitan en la intervención y el tiempo que involucra realizar la tarea más el costo del producto alternativo obtendremos el costo de operación. Este resultado estimado para un período de un año y dividido para el MTBR estimado; será el resultado de lo que la alternativa costará al cabo de un año.

Si el mismo procedimiento se realiza con la alternativa Chesterton, destacando que aumenta tres veces su MTBR para una nueva intervención, se conseguirá otro resultado proyectado a un año. La diferencia entre el costo de la alternativa y el costo de Chesterton generará el *costo de la pérdida* que sumada al costo de pedir nuevamente deriva en el costo de agotamiento.

COSTOS AGOTAMIENTO PARA PROTECCIÓN DEL METAL Y PRODUCTOS TÉCNICOS DE USO GENERAL MRO.

Anteriormente, ya se mencionó la dificultad de medir el desempeño en este tipo de artículos por la variedad de usos en diferentes actividades y máquinas. No obstante, los

recubrimientos, el antiadherente y el penetrante pueden ser estudiados versus sus alternativas

RECUBRIMIENTO PARA METAL

El objetivo del recubrimiento para metal, es proteger directamente la base metálica contra fenómenos de corrosión/erosión; abrasión y ataque químico, pudiendo ser considerado material de sacrificio para prolongar la vida útil del equipo. (A.W. Chesterton Company, 2012)

En bombas, se ha obtenido como resultado de casos históricos, que la influencia en la recuperación de partes como, carcazas, volutas, impulsores o incluso puede llegar a evitar la compra de un equipo nuevo; tienen un impacto en el costo, lo que hace una forma de medir la efectividad de su desempeño. (Anexo No. 4) (A.W. Chesterton Company, 2014)

El repuesto nuevo de bomba considerada de alta criticidad, se espera un recambio por lo menos de un año. Al aplicar el recubrimiento, duplicará su tiempo de reposición, pues el desgaste del mismo permitirá el consumo del material de sacrificio y no del material metálico propio del repuesto.

Al costo del repuesto se agregan los costos asociados y con los MTBR de la alternativa y de Chesterton, se proyectan costos operativos que incorporados el costo de pedir resultan en el costo de agotamiento para este producto.

ANTIADHERENTE Y PENETRANTE

Casos de estudio de fábrica indican que al utilizar, estos productos como buenas prácticas de mantenimiento pueden disminuir el tiempo desensamblaje con el penetrante de seis horas a dos horas (Anexo No. 5) (A.W. Chesterton Company, 2014), mientras que el antiadherente ayuda a garantizar la sellabilidad y protección a las piezas metálicas sometidas a presiones extremas aplicándoles un recubrimiento ultrafino de partículas que forman una barrera antifricción evitando la autosoldadura. (Anexo No. 6) (A.W. Chesterton Company, 2015)

PASTA PTFE

La hoja de producto del fabricante indica que es un producto sellador y lubricante para roscas que no se endurece; usada con líquidos y gases en conexiones neumáticas e hidráulicas. El producto tiene una presentación estándar de 500 gramos

La alternativa al quiebre de stock es el mismo producto pero en presentaciones más pequeñas; de 200 gramos, lo que involucra adquirir 2,5 unidades para equiparar los trabajos que se pueden hacer con la presentación estándar.

CODIGO	TOTAL X UNIDAD PROMEDIO	MTBR ALTERNATIVA	MTBR CHESTERTON	COSTOS ASOCIADOS				COSTO ALTERNATIVA	COSTO PROYECTADO UN AÑO DE LA ALTERNATIVA	COSTO PROYECTADO UN AÑO CON CHESTERTON	COSTO DE PERDIDA	COSTO PEDIR	COSTO DE AGOTAMIENTO
				Costo M/O	Cantidad de Personal	Tiempo empleado (Horas)	TOTAL						
150011106	\$ 1.221,75	2,5	12	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 250,00	\$ 6.960,00	\$ 2.421,75	\$ 4.538,25	\$ 125,66	\$ 4.663,91
180112879	\$ 260,06	3	9	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 250,00	\$ 5.800,00	\$ 1.946,75	\$ 3.853,25	\$ 125,66	\$ 3.978,91
180112894	\$ 258,62	3	9	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 250,00	\$ 5.800,00	\$ 1.944,83	\$ 3.855,17	\$ 125,66	\$ 3.980,83
180112891	\$ 255,78	3	9	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 250,00	\$ 5.800,00	\$ 1.941,04	\$ 3.858,96	\$ 125,66	\$ 3.984,62
180112903	\$ 253,99	3	9	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 250,00	\$ 5.800,00	\$ 1.938,65	\$ 3.861,35	\$ 125,66	\$ 3.987,01
180112876	\$ 251,53	3	9	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 250,00	\$ 5.800,00	\$ 1.935,37	\$ 3.864,63	\$ 125,66	\$ 3.990,29
180113082	\$ 239,32	3	9	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 250,00	\$ 5.800,00	\$ 1.919,09	\$ 3.880,91	\$ 125,66	\$ 4.006,57
180341141	\$ 232,93	12	24	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 1.000,00	\$ 2.200,00	\$ 716,47	\$ 1.483,54	\$ 125,66	\$ 1.609,20
180341141	\$ 216,29	12	24	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 1.000,00	\$ 2.200,00	\$ 708,15	\$ 1.491,86	\$ 125,66	\$ 1.617,52
180112903	\$ 115,41	12	24	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 250,00	\$ 1.450,00	\$ 657,71	\$ 792,30	\$ 125,66	\$ 917,96
180112920	\$ 100,15	3	6	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 250,00	\$ 5.800,00	\$ 2.600,30	\$ 3.199,70	\$ 125,66	\$ 3.325,36
180112933	\$ 78,76	3	6	\$ 150,00	2	4	\$ 1.200,00	\$ 50,00	\$ 608,00	\$ 2.557,52	\$ -1.949,52	\$ 125,66	\$ -1.823,86
180346793	\$ 75,81	6	3	\$ 150,00	1		\$ 150,00	\$ 38,91	\$ 11.266,92	\$ 5.866,92	\$ 5.400,00	\$ 125,66	\$ 5.525,66
180117780	\$ 42,69							\$ 68,58	\$ 822,90	\$ 512,28	\$ 310,62	\$ 125,66	\$ 436,28
180343618	\$ 37,08							\$ 44,28	\$ 531,36	\$ 444,96	\$ 86,40	\$ 125,66	\$ 212,06
180340093	\$ 25,32							\$ 14,28	\$ 171,36	\$ 303,84	\$ -132,48	\$ 125,66	\$ -6,82
180345575	\$ 15,99	6	3	\$ 150,00	1		\$ 150,00	\$ 11,50	\$ 10.938,00	\$ 5.538,00	\$ 5.400,00	\$ 125,66	\$ 5.525,66

Ilustración 101: Costos de agotamiento

Fuente: Elaborado por la autora

En el cuadro anterior se puede encontrar los costos de agotamiento proyectados a un año por ítem, y aunque en su mayoría los costos de agotamiento son positivos, hay artículos que resultan más costoso que tomar una alternativa de la competencia, a pesar de eso, son productos que el consignatario los ha medido cualitativamente frente a otras opciones del mercado que aunque pueden resultar de menor precio, su desempeño es superior y satisfactorio.

NIVEL DE SERVICIO DE LA CONSIGNACIÓN

Se calcula a través de la probabilidad de disponibilidad de cada una de las referencias posibles en la forma habitual que pide el cliente (Mora Gutierrez, 2013).

$$\text{Nivel de Servicio} = \frac{\text{Cantidad no entregada por período}}{\text{Demanda total del período}}$$

Basados en los consumos registrados por bodega del cliente y registro de facturación del proveedor en el período de estudio, se denotan los siguientes resultados:

CODIGO	DEMANDA ANUAL					ENTREGA ANUAL					NIVEL DE SERVICIO			
	2012	2013	2014	2015	DEMANDA TOTAL	2012	2013	2014	2015	ENTREGA TOTAL	2012	2013	2014	2015
180112920	47	44	50	20	161	27	44	10	0	81	88%	100%	75%	88%
180112903	0	0	2	2	4	0	0	2	2	4	100%	100%	100%	100%
180112879	0,9	1,1	2	2	6	0,9	1,1	2	2	6	100%	100%	100%	100%
180113082	2,5	18,5	26	12	59	2,5	18,5	26	10	57	100%	100%	100%	97%
180112876	55,21	47	113	51	266,21	30,5	47	113	11	201,5	91%	100%	100%	85%
180112891	25,95	8,94	32,85	31,5	99,24	10,5	8,94	32,85	31,5	83,79	84%	100%	100%	100%
180110011	0,5	15	19	20	54,5	0,5	15,5	19,5	20	55,5	100%	100%	100%	100%
180112894	0	10	0	4,5	14,5	0	2	0	0	2	100%	45%	100%	69%
180112933	13,74	49	39,83	74,17	176,74	0	49,8	37,04	40,17	127,01	92%	100%	98%	81%
150011106	0	1	1	1	3	0	1	1	0	2	100%	100%	100%	67%
180343618	26	22	39	34	121	14	22	39	5	80	90%	100%	100%	76%
180340093	4	1	4	7	16	4	0	4	2	10	100%	94%	100%	69%
180117780	27	11	27	31	96	8	9	27	5	49	80%	98%	100%	73%
180346793	41	41	24	37	143	27	41	29	13	110	90%	100%	100%	83%
180345575	52	44	107	144	347	22	48	81	0	151	91%	100%	93%	59%
180341141	28	17	16	24	85	14	15	17	11	57	84%	98%	100%	85%
NIVEL DE SERVICIO GLOBAL											35%	40%	68%	4%

Tabla 26: Nivel de Servicio de la Consignación

Fuente: Elaborado por la autora

Cuando se trata de varias referencias individuales no combinadas se estima cada una de ellas en forma independiente, y el global del nivel de servicio se calcula mediante la multiplicación probabilística del grado de disponibilidad de cada una. El total es menor que el individual de cada ítem.

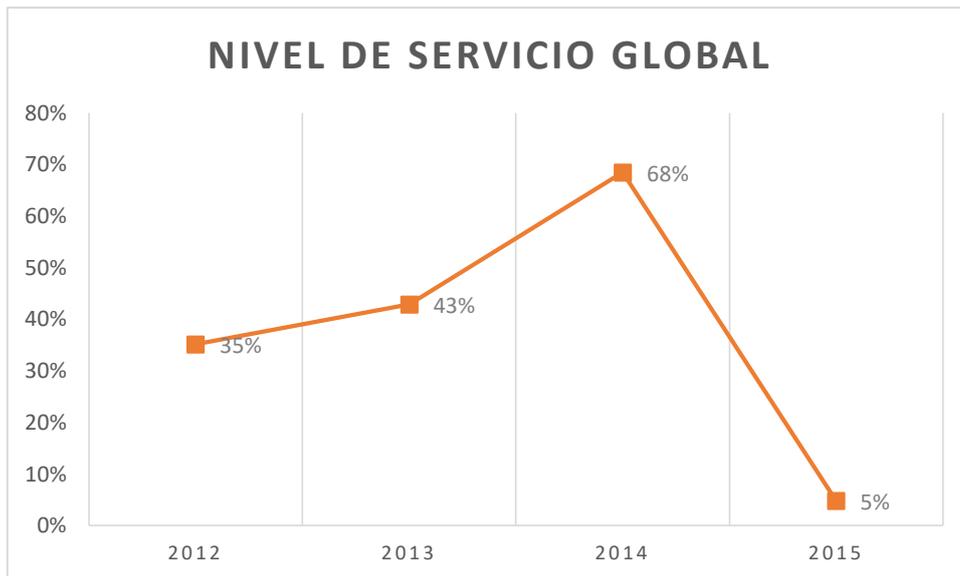


Ilustración 102: Resultados del Nivel de Servicio de la Consignación
Fuente: Elaborado por la autora

Desde el 2011 hasta enero de 2012, el distribuidor local pasa por una serie de reestructuraciones administrativas, este cambio conlleva una selección de un nuevo gerente para la división Chesterton. El tiempo de la selección definitiva dejó con gerentes encargados de la división con una presencia intermitente que se ve reflejada en el nivel de servicio para este cliente. Sin embargo, en el 2012 con el ingreso del gerente definitivo de la división se empieza a estabilizar el manejo y se mejora sustancialmente el proceso.

El año 2015 muestra una baja servicio importante, debido a que en este año, Chesterton, cambia su distribuidor para Ecuador, y no se pudo retomar de manera inmediata el trabajo continuo que se venía haciendo el año 2014 que tiene el nivel más alto.

Como resultado de este observación en el nivel de servicio, nos indica que en doce de los dieciséis productos de esta consignación han presentado quiebres de stock pues sus niveles de servicio son menores al 95%, lo que invita a mejorar en esta propuesta el nivel de servicio en aquellos que ameriten su revisión sobre todo en el caso de los que estén clasificados A y B.

DETERMINACIÓN PULL AND PUSH PARA CONTROL DE INVENTARIOS DE LA CONSIGNACIÓN

El estudio de la clasificación ABC, presentado en el capítulo anterior; dividió los artículos en tres clases de acuerdo a su representatividad monetaria. Para dar respuesta a las preguntas de cuándo y cuánto pedir se ha aplicado los modelos para la Administración de Inventarios agrupados en dos categorías determinísticos y probabilísticos mediante el cálculo de los coeficientes de variabilidad cuya ecuación es parte del marco teórico que fundamenta el estudio.

CÓDIGO	2012	2013	2014	2015	TOTAL	CLASIFICACION	DESVIACION ESTANDAR (σ)	PROMEDIO (\bar{x})	VARIABILIDAD	CONTROL DE INVENTARIO	
180112876	31	47	113	11	202	A	44,27	50,38	0,88	PULL	ESTOCÁSTICO
180112891	11	9	33	32	84	A	12,99	20,95	0,62	PULL	ESTOCÁSTICO
180112903	1	16	20	20	56	A	9,14	13,88	0,66	PULL	ESTOCÁSTICO
180113082	3	19	26	10	57	A	10,20	14,25	0,72	PULL	ESTOCÁSTICO
180112933		50	37	40	127	A	6,65	42,34	0,16	PUSH	DETERMINÍSTICO
180346793	27	41	29	13	110	A	11,47	27,50	0,42	PUSH	DETERMINÍSTICO
180112920	27	44	10		81	B	17,00	27,00	0,63	PULL	ESTOCÁSTICO
180341141	14	15	17	11	57	B	2,50	14,25	0,18	PUSH	DETERMINÍSTICO
180343618	14	22	39	5	80	B	14,45	20,00	0,72	PULL	ESTOCÁSTICO
180345575	22	48	81		151	C	29,57	50,33	0,59	PULL	ESTOCÁSTICO
180117780	8	9	27	5	49	C	9,98	12,25	0,81	PULL	ESTOCÁSTICO

Ilustración 103: Determinación Pull y Push de la consignación

Fuente: Elaborado por la autora

A partir de los resultados obtenidos (determinísticos y estocásticos), la propuesta debe tener un manejo mixto de Pull y Push de las referencias de la consignación, la cual permita al consignante satisfacer la demanda del producto aplicando los diferentes métodos de cálculo de cuanto pedir y tomando en cuenta que el acuerdo de consignación estipula establecer máximos y mínimos para todos los ítems que conforman el acuerdo.

Como indica la teoría, los artículos clasificados Push, se pedirán con una frecuencia constante, mientras que los Pull, para el caso particular se someterá al cálculo de máximos y mínimos por medio de la fórmula estándar del sistema de control R-M (ROP; ReOrder point and Maximun) valor mínimo y máximo donde se enmarca el inventario y es indiferente de si es un ítem A, B o C. (Mora Gutierrez, 2014)

$$M = \text{Nivel máximo de inventario ROP} + \text{EOQ} - \text{DE}$$

$$\text{ROP} = d \times \text{LT} + z \times S_d + \text{DE}$$

La Z se obtiene de la distribución normal para una probabilidad dada

DE^{12} = Déficit esperado en el peor de los eventos

S_d = Desviación estándar de demanda

LT= Tiempo de entrega (lead time)

El estudio de la demanda desbloqueó información sobre ítems con rotación muy baja a través del tiempo, lo que los hace candidatos para ser categorizados como productos Frozen o MTF (make to frozen) no sin antes evaluar su relevancia a través de la comparación entre su costo de sostener y el costo de agotamiento.

DETERMINACIÓN DE MÁXIMOS Y MÍNIMOS DE LOS ÍTEMS DE LA CONSIGNACIÓN.

Por medio de un programa básico de computadora, Excel, se elabora una plantilla donde el ingreso de datos, (que implica también los resultados de estimación de la demanda generados en el capítulo anterior), devuelve los máximos y mínimos para cada ítem de la consignación, presentando los resultados a continuación:

¹² Este valor se deriva del costo de agotamiento de producto, siendo el resultado de la razón del valor de este costo de agotamiento; que fue estimado originalmente como un costo anual; sobre el número de períodos para el que mejor se ajusta la proyección de la demanda y sobre el precio unitario promedio del ítem, de tal manera que representan el número de unidades que harían falta para garantizar el ahorro estimado.

ESTRATIFICACIÓN MENSUAL BASADA EN ESTACIONALIDAD					CANTIDAD ESTIMADA POR MES (CAJAS)	
MES	PORCENAJE	PERIODICIDAD	PORCENTAJE POR PERIODO	PORCENTAJE POR PERIODO ACUMULADO	MAXIMO	MINIMO
ene	6%	Sem.I	53%	11%	1	0
feb	4%			7%	1	0
mar	10%			18%	1	1
abr	7%			13%	1	1
may	18%			33%	3	1
jun	9%			18%	1	1
jul	12%	Sem.II	47%	25%	1	0
ago	3%			6%	0	0
sep	9%			20%	1	0
oct	14%			31%	1	1
nov	3%			6%	0	0
dic	6%			12%	1	0

Ilustración 111: Estratificación mensual ítem 180113082

Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM		180112933									
CLASIFICACION DE INVENTARIO	A	LEAD TIME	8	Semanas							
PRECIO PROMEDIO UNITARIO	\$78,76		0,67	Trimestre							
NIVEL DE SERVICIO	73%		0,33	Semestre							
COSTO DE ADQUIRIR	\$125,66		0,17	Anual							
COSTO DE SOSTENER	10%										
COSTO DE AGOTAMIENTO	\$-1.823,86										
CONTROL DE INVENTARIO	PUSH										
EOQ	37	MÁXIMO (M)		MÍNIMO (ROP)	7	PRESENTACIÓN	15	m	EOQ	MÁXIMO (M)	MÍNIMO (ROP)
									37	37	15
TRIMESTRAL			SEMESTRAL			ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.	S.E	S.E.T	Descomp.		
CFE	0,42	18,02		CFE	-0,42	0,02	-0,18	CFE	0,40	0,00	
Ē	0,08	3,60		Ē	-0,08	0,00	-0,04	Ē	0,13	0,00	
MSE	74,51	387,05		MSE	74,51	66,56	45,05	MSE	32,42	2,64	
σ	9,65	18,38		σ	9,65	9,12	7,50	σ	6,96	1,99	
MAD	7,25	18,02		MAD	7,25	7,63	5,92	MAD	5,38	1,53	
MAPE	28%	69%		MAPE	28%	31%	25%	MAPE	13%	4%	
TS/SR	0,06	1,00		TS/SR	-0,06	0,00	-0,03	TS/SR	0,07	0,00	
Demanda promedio			42								
Número de veces que se debe pedir anualmente			1								
Tiempo óptimo entre pedidos			0,9								

Ilustración 112: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180112933

Fuente: Elaborado por la autora

El ítem 180112933, fue clasificado como Push, es decir su cantidad máxima será igual a su cantidad económica de pedido EOQ, mientras que su mínimo es el producto entre la demanda por el tiempo de entrega. El número de veces que se debe solicitar este artículo es una vez año, estimando que el consumo de la cantidad económica de pedido se realizará en un período aproximado a 0,9 años o 11 meses.

ÍTEM		180341141													
CLASIFICACION DE INVENTARIO	B	LEAD TIME	8	Semanas											
PRECIO PROMEDIO UNITARIO	\$224,61		0,67	Trimestre											
NIVEL DE SERVICIO	69%		0,33	Semestre											
COSTO DE ADQUIRIR	\$125,66		0,17	Anual											
COSTO DE SOSTENER	2%														
COSTO DE AGOTAMIENTO	\$1.609,20														
CONTROL DE INVENTARIO	PUSH														
EOQ	30	MÁXIMO (M)	30	MÍNIMO (ROP)	3	PRESENTACIÓN	6	u	EOQ	5	MÁXIMO (M)	5	MÍNIMO (ROP)	1	
TRIMESTRAL				SEMESTRAL				ANUAL							
	S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.				
CFE	-0,03	-0,03	0,06	CFE	0,01	-6,51	0,06	CFE	0,26	0,00					
Ē	0,00	0,00	0,01	Ē	0,00	-1,09	0,01	Ē	0,07	0,00					
MSE	6,63	6,87	11,50	MSE	13,56	60,39	11,50	MSE	14,00	7,56					
σ	2,69	2,49	3,72	σ	4,03	7,54	3,72	σ	4,32	3,17					
MAD	2,22	2,26	2,91	MAD	2,98	6,51	2,91	MAD	2,74	2,63					
MAPE	82%	84%	42%	MAPE	54%	62%	42%	MAPE	20%	16%					
TS/SR	-0,01	-0,01	0,02	TS/SR	0,00	-1,00	0,02	TS/SR	0,10	0,00					
Demanda promedio															
Número de veces que se debe pedir anualmente															
Tiempo óptimo entre pedidos															

Ilustración 116: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180341141
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM		180343618											
CLASIFICACION DE INVENTARIO	B	LEAD TIME	8	Semanas									
PRECIO PROMEDIO UNITARIO	\$37,08		0,67	Trimestre									
NIVEL DE SERVICIO	79%		0,33	Semestre									
COSTO DE ADQUIRIR	\$125,66												
COSTO DE SOSTENER	0,3%												
COSTO DE AGOTAMIENTO	\$212,06												
CONTROL DE INVENTARIO	PULL												
EOQ		MÁXIMO (M)		MÍNIMO (ROP)									
TRIM.I	114		124	8	CANTIDAD MÍNIMA POR PRESENTACION	1	U	UNIDADES					
TRIM.II	129		139	9				EOQ	114	MÁXIMO (M)	124	MÍNIMO (ROP)	8
TRIM.III	140		152	11					129		139		9
TRIM.IV	127		141	11					140		152		11
TRIMESTRAL				SEMESTRAL				ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		
CFE	-0,14	-0,01	-0,10	CFE	-0,02	-0,01	-0,34	CFE	0,16	-0,02			
Ē	-0,01	0,00	-0,01	Ē	0,00	0,00	-0,06	Ē	0,04	-0,01			
MSE	8,75	8,49	4,98	MSE	45,93	46,72	22,95	MSE	173,04	174,90			
σ	3,12	3,07	2,35	σ	7,42	7,49	5,24	σ	15,19	15,27			
MAD	2,25	2,42	1,83	MAD	4,57	4,68	3,76	MAD	11,13	11,31			
MAPE	29%	33%	24%	MAPE	48%	50%	35%	MAPE	109%	104%			
TS/SR	-0,06	0,00	-0,06	TS/SR	0,00	0,00	-0,09	TS/SR	0,01	0,00			
Demanda promedio													
TRIM.I		7											
TRIM.II		8											
TRIM.III		10											
TRIM.IV		8											
Nivel de Servicio deseado		0,9											
Desviación estandar σ_t													
TRIM.I		2											
TRIM.II		1											
TRIM.III		2											
TRIM.IV		3											
Nivel de Significación Z para la distribución normal con un nivel de servicio		1,28											
Desviación Estandar Corregida durante el tiempo de entrega σ_t													
TRIM.I		2											
TRIM.II		1											
TRIM.III		2											
TRIM.IV		2											
Demanda promedio durante el tiempo de entrega D_t													
TRIM.I		4											
TRIM.II		6											
TRIM.III		7											
TRIM.IV		5											
Inventario de Seguridad (Semestral)													
TRIM.I		3											
TRIM.II		2											
TRIM.III		3											
TRIM.IV		4											
Déficit esperado en el peor de los eventos DE		1											

Ilustración 117: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180343618
Fuente: Elaborado por la autora

ESTRATIFICACIÓN MENSUAL BASADA EN ESTACIONALIDAD			
MES	PORCENAJE	MÁXIMO	MÍNIMO
ene	6%	5	1
feb	4%	3	1
mar	10%	8	1
abr	7%	6	1
may	18%	15	1
jun	9%	8	1
jul	12%	10	1
ago	3%	2	1
sep	9%	8	1
oct	14%	12	1
nov	3%	2	1
dic	6%	5	1

Ilustración 120: Estratificación mensual ítem 180345575
Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM		180117780										
CLASIFICACION DE INVENTARIO	C	LEAD TIME	5	Semanas	EOQ							
PRECIO PROMEDIO UNITARIO	\$42,69		0,42	Trimestre	Sem.I	98						
NIVEL DE SERVICIO	73%		0,21	Semestre	Sem.II	138						
COSTO DE ADQUIRIR	\$125,66			MÁXIMO (M)	MÍNIMO (ROP)							
COSTO DE SOSTENER	0,4%			Sem.I	112				11			
COSTO DE AGOTAMIENTO	\$436,28			Sem.II	154				10			
CONTROL DE INVENTARIO	PULL											
TRIMESTRAL			SEMESTRAL				ANUAL					
	S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.		S.E	S.E.T	Descomp.	
CFE	-0,22	-0,01	0,47	CFE	-0,23	-0,01	-0,25	CFE	-0,07	-0,01		
Ē	-0,02	0,00	0,05	Ē	-0,04	0,00	-0,04	Ē	-0,02	0,00		
MSE	8,70	7,71	7,57	MSE	26,90	24,29	8,60	MSE	82,60	82,86		
σ	3,13	2,95	2,91	σ	5,68	5,40	3,21	σ	10,49	10,51		
MAD	2,60	2,52	2,31	MAD	3,73	3,90	2,80	MAD	7,66	7,49		
MAPE	95%	87%	71%	MAPE	78%	77%	46%	MAPE	76%	78%		
TS/SR	-0,08	-0,01	0,20	TS/SR	-0,06	0,00	-0,09	TS/SR	-0,01	0,00		
Demanda promedio												
Sem.I											6	
Sem.II											13	
Nivel de Servicio deseado												0,9
Desviación estandar σ_t												
Sem.I											4	
Sem.II											6	
Nivel de Significación Z para la distribución normal con un nivel de servicio												1,28
Desviación Estandar Corregida durante el tiempo de entrega σ_t												
Sem.I											2	
Sem.II											3	
Demanda promedio durante el tiempo de entrega D_t												
Sem.I											1	
Sem.II											3	
Inventario de Seguridad (Semestral)												
Sem.I											5	
Sem.II											8	
Déficit esperado en el peor de los eventos DE												5

Ilustración 121: Cálculo de máximos y mínimos para ítem 180347780
Fuente: Elaborado por la autora

ESTRATIFICACIÓN MENSUAL BASADA EN ESTACIONALIDAD					CANTIDAD ESTIMADA POR MES (UNIDADES)	
MES	PORCENAJE	PERIODICIDAD	PORCENTAJE POR PERIODO		MÁXIMO	MÍNIMO
ene	6%	Sem.I	53%	11%	12	1
feb	4%			7%	8	1
mar	10%			18%	20	2
abr	7%			13%	15	1
may	18%			33%	37	4
jun	9%			18%	20	2
jul	12%	Sem.II	47%	25%	28	3
ago	3%			6%	9	1
sep	9%			20%	30	2
oct	14%			31%	47	3
nov	3%			6%	9	1
dic	6%			12%	19	1

*Ilustración 122 Estratificación mensual ítem 180347780
Fuente: Elaborado por la autora*

ÍTEM	PERÍODO DE TIEMPO ÓPTIMO PARA ANÁLISIS	TÉCNICA DE PRONÓSTICO ESTADÍSTICO ÓPTIMA	ERROR PORCENTUAL	SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO R-M (ReOrder Point-Maximum)				
				CLASE	PERÍODO	EOQ	MÁXIMO (M)	MÍNIMO (ROP)
180112876	SEMESTRAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	50%	PULL	SEM.I	2	25	17
					SEM.II	3	8	4
180112891	ANUAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	37%	PULL	ANUAL	3	18	12
180110011	TRIMESTRAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	58%	PULL	TRIM.I	-	-	-
					TRIM.II	2	11	7
					TRIM.III	2	8	5
					TRIM.IV	2	8	5
180113082	SEMESTRAL	DESCOMPOSICIÓN	55%	PULL	SEM.I	2	8	4
					SEM.II	2	5	2
180112933	ANUAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	4%	PUSH	ANUAL	37	37	15
180346793	SEMESTRAL	DESCOMPOSICIÓN	21%	PUSH	SEM.I	8	8	1
180112920	SEMESTRAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	19%	PULL	SEM.I	4	13	6
					SEM.II	6	13	4
180341141	ANUAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	16%	PUSH	ANUAL	5	5	1

ÍTEM	PERÍODO DE TIEMPO ÓPTIMO PARA ANÁLISIS	TÉCNICA DE PRONÓSTICO ESTADÍSTICO ÓPTIMA	ERROR PORCENTUAL	SISTEMA DE CONTROL DE INVENTARIO R-M (ReOrder Point-Maximum)				
				CLASE	PERÍODO	EOQ	MÁXIMO (M)	MÍNIMO (ROP)
180343618	TRIMESTRAL	DESCOMPOSICIÓN	24%	PULL	TRIM.I	114	124	8
					TRIM.II	129	139	9
					TRIM.III	140	152	11
					TRIM.IV	118	131	10
180345575	ANUAL	EXPONENCIAL CON TENDENCIA	4%	PULL	ANUAL	71	84	9
180117780	SEMESTRAL	DESCOMPOSICIÓN	46%	PULL	SEM.I	90	112	11
					SEM.II	138	154	10

*Tabla 27: Resultado con los métodos óptimos de pronóstico de demanda y control de inventarios
Fuente: Elaborado por la autora.*

ANÁLISIS DE CONSUMO Y ROTACIÓN EN EL PERÍODO DE ESTUDIO

Los indicadores de gestión y operación de inventarios son cifras que permiten controlar actividades claves dentro de los procesos más críticos, en la gestión y operación de manejo de inventarios, a la vez que informan si las metas y logros propuestos, se alcanzan dentro de las actividades normales de la empresa como también aportan los puntos susceptibles de mejoramiento. (Mora Gutierrez, 2014)

El criterio de rotación tiene con finalidad, evaluar la dinámica del número de veces que el stock se renueva, es decir que se reemplaza por mercancía recién entrada, durante un período de tiempo por lo general en base de un año, de una referencia determinada del inventario de stock.

Como tal no existen indicadores ideales del número de veces que debe rotar una mercancía en un stock en los almacenes de los diferentes procesos de estudio (mantenimiento, producción o abastecimiento). Se puede tener referentes como valores superiores de rotación por año de los diferentes proceso (aunque no son ni normas ni estándares), para abastecimiento (8) veces por año, en producción (5) veces por año y en mantenimiento (2) veces por cada doce meses. (Mora Gutierrez, 2014).

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Unidades consumidas en un período}}{\text{Inventario promedio del período}}$$

Contando tan solo en conocimiento de los inventarios iniciales y finales del nuevo distribuidor quién inició actividades a partir de Mayo del 2015, se evalúa el índice anual por ítem que siguiendo el parámetro anterior indicará la que productos se han gestionado correctamente y en cuáles se requiere mejorar la dinámica.

ÍTEM	CONSUMO	INVENTARIO INICIAL (MAY 2015)	INVENTARIO FINAL (MAY 2016)	INVENTARIO PROMEDIO	ÍNDICE DE ROTACION	MANTENIMIENTO >=2 VECES POR CADA 12 MESES
180112876	39	10	10	10	4	Bien gestionado
180112891	8	10	12,5	11,25	1	Mejorar
180110011	8	17,5	10	13,75	1	Mejorar
180113082	1	5	4	4,5	0,2	Mejorar
180112933	30	30	15	22,5	1	Mejorar
180346793	19	24	5	14,5	1	Mejorar
180112920	15	10	10	10	2	Mejorar
180341141	17	6	3	4,5	4	Bien gestionado
180343618	30	12	6	9	3	Bien gestionado
180345575	195	12	7	9,5	21	Bien gestionado
180117780	15	12	4	8	2	Mejorar

Tabla 28: Índice de Rotación
Fuente: Elaborado por la autora

Cuatro de los ítems que conforman esta consignación, reportaron cantidades muy bajas de consumo a través del tiempo, de tal manera que el escaso número de observaciones no permitió estimar una proyección, de tal forma que es necesario evaluar su relevancia y permanencia en la consignación mediante un análisis de costo.

La relevancia será evaluada por medio de la clasificación a la que pertenezca en el inventario, siendo A - Relevante; B – Relevancia Media y C – Irrelevante.

Otro factor a medir es el Costo de sostener y el costo de agotamiento, tomando en cuenta los siguientes parámetros.

Costo de agotamiento > Costo de sostener = PERMANECE

Costo de agotamiento < Costo de sostener = RETIRAR

Los resultados fueron los siguientes:

ÍTEM	1500011106		
Clasificación de inventario	B		RELEVANCIA MEDIA
Número de observaciones (n)	2		
Cantidad consumida	2	u	
Tiempo de análisis	3	años	
Rotación	0,7	u/año	
Costo de sostener	\$1.297,24	anual	PERMANECER
Costo de agotamiento	\$ 4.663,91	anual	
Costo de agotamiento > Costo de sostener			PERMANECER
Costo de agotamiento < Costo de sostener			RETIRAR
RECOMENDACIÓN: Dar seguimiento en el tiempo para encontrar un patrón de comportamiento de demanda más claro			

Tabla 29: Análisis de costo ítem 1500011106

Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180112879		
Clasificación de inventario	C		IRRELEVANTE
Número de observaciones (n)	4		
Cantidad consumida	6	Libras	
Tiempo de análisis	3	Años	
Rotación	2,0	lb/año	
Costo mínimo a sostener	\$1.378,48		
Costo de agotamiento	\$3.978,91		PERMANECER
Costo de agotamiento > Costo de sostener			PERMANECER
Costo de agotamiento < Costo de sostener			RETIRAR
RECOMENDACIÓN: Dar seguimiento en el tiempo para encontrar un patrón de comportamiento de demanda más claro			

Tabla 30: Análisis de costo ítem 180112879

Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180112894		
Clasificación de inventario	C		IRRELEVANTE
Número de observaciones (n)	1		
Cantidad consumida	2	Libras	
Tiempo de análisis	3	Años	
Rotación	0,7	lb/año	
Costo mínimo a sostener	\$1.370,88		
Costo de agotamiento	\$ 3.980,83		PERMANECER
Costo de agotamiento > Costo de sostener			PERMANECER
Costo de agotamiento < Costo de sostener			RETIRAR
RECOMENDACIÓN: Dar seguimiento en el tiempo para encontrar un patrón de comportamiento de demanda más claro			

Tabla 31 Análisis de costo ítem 180112894

Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180112903		
Clasificación de inventario	C		IRRELEVANTE
Número de observaciones (n)	2		
Cantidad consumida	4	libras	
Tiempo de análisis	3	años	
Rotación	1,3	lb/año	
Costo mínimo a sostener	\$ 1.247,75		
Costo de agotamiento	\$ 917,96		RETIRAR
Costo de agotamiento > Costo de sostener			PERMANECER
Costo de agotamiento < Costo de sostener			RETIRAR
RECOMENDACIÓN: Considerar al ítem como un MTF- Frozen, y retirarlo de la consignación para proveerlo en caso de requerimientos específicos			

Tabla 32: Análisis de costo ítem 180112903

Fuente: Elaborado por la autora

ÍTEM	180340093		
Clasificación de inventario	C		IRRELEVANTE
Número de observaciones (n)	3		
Cantidad consumida	6	u	
Tiempo de análisis	3	años	
Rotación	2,0	u/año	
Costo mínimo a sostener	\$ 32,24	u/anual	
Costo de agotamiento	\$ -6,82		RETIRAR
Costo de agotamiento > Costo de sostener			PERMANECER
Costo de agotamiento < Costo de sostener			RETIRAR
RECOMENDACIÓN: Considerar al ítem como un MTF- Frozen, y retirarlo de la consignación para proveerlo en caso de requerimientos específicos			

Tabla 33: Análisis de costo ítem 180340093

Fuente: Elaborado por la autora

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES I

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	CONTENIDO	CONCLUSIÓN	RECOMENDACIÓN
<p>Prononer un método de medición eficiente de gestión de inventarios de productos para mantenimiento, que facilite la previsión de stock entre proveedor y cliente bajo la modalidad de consignación</p>	<p>Analizar la situación actual del manejo de inventario de consignación de línea de productos Chesterton</p>	<p>Diagnóstico realizado con la herramienta FODA que estudió el entorno en que se desenvuelve la consignación y sus los involucrados a través del nivel de cumplimiento del acuerdo firmado entre ambas partes, mientras que la parte interna se fundamenta en la interacción entre el departamento de bodega y mantenimiento con el proveedor.</p>	<p>La provisión de inventario mediante la técnica de consignación ha ofrecido ventajas como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Consignante obtiene confiabilidad en el manejo y custodia que tiene el cliente de los productos • El Consignante ha ofrecido garantía y normal desempeño, respaldo de calidad, y ha entrenado en los usos de los productos, como plus de la consignación, lo que ha ofrecido actualización constante y análisis de la criticidad, averías, modos de fallo, costos y consumo de Equipos. • Desafortunadamente el consignante tiene un costo alto por procesos de aprovisionamiento, lo que disminuye la rentabilidad. • Es indispensable entonces establecer una cultura de medición en el consignatario que ofrezca solución a los problemas de aprovisionamiento, mediante el fortalecimiento de la relación técnica que permita un mejor asesoramiento bajo el conocimiento específico del uso del producto consignado. Es necesario con estos fines contar con información de máximos y mínimos de stock 	<p>Basados en la relación y confiabilidad existente del Consignante y Consignatario, se debe vincular la información actual y organizarla en busca de obtener datos confiables y disponibles que permitan la eficiencia de la infraestructura informática y arquitectónica, disminuir costos de stock e incrementar la rentabilidad, en resumen, tomar acciones que permitan mejorar la comunicación, fluidez y procedimiento de aprovisionamiento en la consignación.</p> <p>Se debe implementar la cultura de medición del Consignatario para generar soluciones y capacitaciones más efectivas de los productos existentes y los nuevos. La técnica sugerida deberá minimizar la variabilidad de costos, mediante el establecimiento de stocks máximos y mínimos que no permitan quiebres en el inventario.</p>

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	CONTENIDO	CONCLUSIÓN	RECOMENDACIÓN
			<p>para la consignación, y que permita a los dos actores de la consignación sustituir las reposiciones empíricas por una técnica efectiva, que permita el uso eficiente de los recursos de los involucrados.</p>	

Tabla 34: Conclusiones y Recomendaciones I

Fuente: Elaborado por la autora

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES II

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	CONTENIDO	CONCLUSIÓN	RECOMENDACIÓN
<p>Proponer un método de medición eficiente de gestión de inventarios de productos para mantenimiento, que facilite la previsión de stock entre proveedor y cliente bajo la modalidad de consignación</p>	<p>Probar métodos de pronóstico para gestión de inventario y mantenimiento con la información de consignación entre proveedor y cliente</p>	<p>A partir de la Clasificación ABC la observación se basa en el <u>proceso de análisis de la información</u> planteado en el artículo "Aportes a los métodos de pronóstico de demandas de piezas de repuesto y su influencia en la gestión de mantenimiento" citado en la Ilustración No. 10; donde se inicia con la <u>selección del método de pronóstico</u> con las diferentes técnicas estadísticas de pronósticos de análisis de series de tiempo; <u>realización de pronóstico</u> sometiendo los datos a pruebas con métodos de suavización de pronóstico en series de tiempo; <u>refinamiento del pronóstico</u> por medio de los resultados de las pruebas ajustando los</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a la baja trazabilidad de la información que es la característica limitante y que ya fue detectada en el diagnóstico previo; el presente trabajo se condiciona al análisis de las variables de <u>Consumo y Tiempo</u> pues es a la única información a la que tiene acceso el proveedor o consignante a pesar de que existe una cultura de medición del consignatario que no se ve plasmada en la información que recibe la otra parte. Esto ha dejado un alcance muy específico debido a que los comportamientos de los productos y los resultados son útiles únicamente para el proveedor y el cliente en cuestión • La clasificación ABC, realizada en base al peso monetario promedio (Pareto) de importancia, clasificó a los productos de la consignación en estudio, encontrando que el 78 % de los productos son A (alta relevancia), el 17% de productos son B (relevancia media) y el 5% de productos son C (irrelevantes) • De conformidad al análisis de los patrones de comportamiento se observa gran aleatoriedad al medir el consumo mensual, por lo que el estudio se refleja mejor al medir de manera trimestral, semestral y anual (mejora el estudio de dispersión), lo que hace que sean necesarias las siguientes técnicas para el presente estudio: <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis de serie de tiempo: los comportamientos de tiempo (suavización exponencial, exponencial con tendencia y método 	<p>Aunque el estudio solo llega a medir el comportamiento entre las variables de Consumo y Tiempo pues es a la única información a la que tiene acceso proveedor o consignante; no obstante, el ajuste de los pronósticos, puede mejorarse relacionando información de mantenimiento que es el departamento que dispone el consumo de los productos y que programa las actividades en el tiempo dependiendo de factores exógenos como las necesidades de producción y de mercado del consignatario.</p> <p>Para involucrar la tercera variable el consignatario deberá registrar la información de mantenimiento en la solicitud de consumo de consignación antes de generar el documento de regularización del consumo, de tal manera que el consignante llegue a tener conocimiento y control sobre las actividades y usos del producto.</p>

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	CONTENIDO	CONCLUSIÓN	RECOMENDACIÓN
		<p>datos de manera trimestral, semestral y anual y comparándolos entre sí. El <u>control del pronóstico</u> se genera con el monitoreo de los resultados a través del análisis de correlación entre las variables de consumo y tiempo y error porcentual; este último permitiría seleccionar la técnica óptima de pronosticar la demanda de manera individual para cada ítem para finalmente <u>presentar los resultados</u> y proponer la técnica más acertada de prever la demanda.</p>	<p>de descomposición) muestran que los productos son muy diferentes y no existe una sola y única agrupación ni técnica estadística homogénea para todos los productos.</p> <p>2. Análisis de la variable de consumo con el coeficiente de correlación: Los coeficientes no se acercan a uno, lo que demuestra que no existe gran dependencia entre el tiempo y la cantidad de consumo,</p> <p>No todos los ítems tienen el número de observaciones necesarias como muestra representativa, lo que impide el pronóstico, de (5) ítems, estos deben evaluarse mediante su peso en costo.</p> <p>3. El análisis del error porcentual se puede apreciar en la Tabla No. 16 que resume los resultados fundamentados en el porcentaje más bajo; por lo que el <u>modelo más adecuado para pronosticar la demanda</u> de cada producto se determina en base a un período de tiempo que estabiliza las condiciones de consumo y al método estadístico que mejor se ajuste al comportamiento individual de cada producto.</p>	

Tabla 35: Conclusiones y Recomendaciones II
Fuente: Elaborado por la autora

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES III

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	CONTENIDO	CONCLUSIÓN	RECOMENDACIÓN
<p>Proponer un método de medición eficiente de gestión de inventarios de productos para mantenimiento, que facilite la previsión de stock entre proveedor y cliente bajo la modalidad de consignación</p>	<p>Definir el método adecuado para control de inventario de materiales de mantenimiento entre proveedor y cliente de la consignación de productos de la marca Chesterton</p>	<p>De conformidad a los términos de la consignación el método con el que se controla el inventario de materiales de la consignación es la herramienta de máximos y mínimos. Se determinan los productos Pull y Push para establecer los máximos y mínimos según el tipo de producto</p> <p>Estudio de productos tipo frozen, y del costo de agotamiento y de sostener, relacionándolos para determinar su importancia en la consignación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se determinaron (8) productos pull, por su comportamiento estocástico, (demanda incierta), los que se calculan bajo el método de una ecuación determinada que está en función de la desviación estándar y de los tiempos de entrega. • Los productos push son (3), los mismos que tienen una demanda determinística y su reposición en el inventario se da en función del número de veces que se piden en un periodo determinado y la cantidad económica de pedido. • En la evaluación de (5) productos (B y C), se encontró que 2 productos se pueden clasificar como frozen, es decir son irrelevantes, y se pueden retirar de la consignación para abastecerlos solo en caso de pedidos previos. Los otros (3) productos deben quedarse en la consignación pues el costo de agotamiento es mayor que el de sostenerlos. 	<p>La gestión de inventarios se considera un elemento clave el cual deben incorporar cualquier tipo de organización independiente de su giro de negocio El modelo de consignación o Vendor Management Inventory, provee beneficios tanto al consignante como al consignatario, van más relacionados con el nivel de tecnificación industrial ya que las tareas de mantenimiento son más frecuentes y necesarias que en negocios de bajos niveles de tecnificación; donde mantener un producto consignado es más un costo que una inversión redituable desde el punto de vista de servicio. En consecuencia, es recomendable la aplicación de métodos de control de inventario dentro de una consignación como HERRAMIENTA TECNICA Y COMERCIAL que como en cualquier otro modelo de gestión de implica un diagnóstico de la situación, recopilar datos, clasificar productos, analizar patrones de demanda y emplear modelos de control de inventarios de manera individual para los productos consignados.</p> <p>De conformidad con las conclusiones; la Tabla No. 26, resume y propone el método de medición eficiente de gestión de</p>

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	CONTENIDO	CONCLUSIÓN	RECOMENDACIÓN
				<p>inventario del sistema de consignación pues contempla los modelos estadísticos de pronóstico de demanda y el sistema de control de inventarios R-T (Mínimo y Máximo) según la categoría Pull y Push por producto. Con la evaluación de cada artículo se propone se maneje cada ítem según se ajuste a un modelo de pronóstico con menor error porcentual y al sistema control de inventario según la categoría Pull o Push individual indicado en el cuadro.</p> <p>Se sugiere el retiro de los (2) productos frozen en la consignación y extender el período de estudio en los productos que permanecen en consignación aunque con baja rotación, procurando obtener un seguimiento en el tiempo que sirva para un mejor pronóstico de máximos y mínimos en el futuro.</p> <p>Se propone que: con base a los resultados obtenidos y resumidos en la Tabla No. 26; se desarrolle una herramienta semaforizada que permita tanto al consignatario como al consignante dar seguimiento y control al movimiento de la consignación mejorando la rotación y el nivel de servicio.</p>

Tabla 36: Conclusiones y Recomendaciones III
Fuente: Elaborado por la autora

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- A.W. Chesterton Company. (2005). Empaquetadura de Cordón. *Hot Water Circulating Pump*.
- A.W. Chesterton Company. (Octubre de 2006). *Chesterton: El mundo de Chesterton*. Obtenido de http://epubs.chesterton.com/S71129_CorpBro/pubData/source/S71129_CorpBro.pdf
- A.W. Chesterton Company. (2012). Basics of Coatings Technology ARC Composites for Metals. *Basics of Coatings Technology ARC Composites for Metals*. Groveland, Massachusetts, USA.
- A.W. Chesterton Company. (2013). *Chesterton Global Solutions, Local Services*. Obtenido de <http://www.chesterton.com/en-us>
- A.W. Chesterton Company. (2014). *Chesterton Lubricants/MRO Chemicals*. Obtenido de http://chestertondocs.chesterton.com/Stationary/23763_Stationary_CS011.pdf
- A.W. Chesterton Company. (2014). *Hoja de datos de producto*. Obtenido de http://chestertondocs.chesterton.com/Lubricants/tdms900_ES.pdf
- A.W. Chesterton Company. (2014). *Split Case Fan pump*. Obtenido de http://arcindustrialcoatings.chesterton.com/ArcDocuments/EN23593.05_ARC-CS005_PULP-PAPER_SPLIT-CASE-FAN-PUMPS.pdf
- A.W. Chesterton Company. (2015). *Sealing Condensate Return Pumps*. Obtenido de http://chestertondocs.chesterton.com/Rotating/EN23733RE_CS002_Pulp_Paper_Sealing_Condensate_Return_Pumps.pdf
- A.W. Chesterton Company. (2015). *Sealing Hot Blast Valve Flange*. Obtenido de http://chestertondocs.chesterton.com/Stationary/23763_Stationary_CS011.pdf
- Améndola, L. (2000). Gestión de Materiales para Mantenimiento. *Industrial Engineering Management*, 1-3.
- Armis, A. M., & Kely Hernandez, P. (2005). *Aportes a los métodos de pronóstico de demanda de piezas de repuesto, su influencia en la gestión de mantenimiento*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/recursos3/docs/ger/propiman.htm>

- Avila, B. (5 de 11 de 2013). *Blog para estudiantes de publicidad*. Obtenido de Análisis DAFO, una herramienta de pensamiento estratégico: <http://blogparaestudiantesdepublicidad.blogspot.cz/2013/11/albert-humphrey-historia-analisis-dafo.html>
- Belio, J. L. (2007). Claves para gestionar Precio, Producto, Marca. *Effective Management*, 1-8.
- Betancourt, D. (22 de Febrero de 2016). *Ingenio Empresa*. Obtenido de <http://ingenioempresa.com/suavizacion-exponencial-doble/>: <http://ingenioempresa.com/suavizacion-exponencial-doble/>
- Carmona , D. (8 de Julio de 2014). *Area Docente*. Obtenido de Qué es y para qué sirve la regresión lineal.: <http://areadocente.blogspot.com/2014/07/que-es-y-para-que-sirve-la-regresion.html>
- Elorduy García, G. (12 de 2013). *Contabilidad para todos y todas*. Obtenido de <http://contabilidadparanocontables.blogspot.com/2013/12/definicion-y-clasificacion-de-los.html>
- Español Oxford living dictionaries. (2016). *Español Oxford Living Dictionaries*. Obtenido de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/vastago?locale=es>
- Geo Tutoriales. (2 de Agosto de 2011). *Gestion de Operaciones*. Obtenido de <http://www.gestiondeoperaciones.net/proyeccion-de-demanda/pronostico-de-demanda-con-alisamiento-exponencial-para-distintos-valores-de-alfa/>
- Godoy Valenzuela, F. P. (2014). Análisis de la gestión de insumos en el Hospital San Juan de Dios de Curicó, Chile. *Análisis de la gestión de insumos en el Hospital San Juan de Dios de Curicó, Chile*. Santiago, Chile.
- González Fernández, F. J. (2014). *Auditoria del Mantenimiento e Indicadores de Gestión*. Madrid: FC Editorial.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (s.f.). *Poster Técnicos*. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/postersTecnicos/ficheros/CARTEL%20SGA.pdf>
- Kotler, P. (2001). *Dirección de Marketing*. Mexico: Prentice Hall.
- Krajewski, L., & Ritzman P., L. (2000). *Administración de operaciones, Estrategia y Análisis*. Mexico: Pearson Education.

- Krajewsky, L., & Ritzman P., L. (2000). *Administración de operaciones, Estrategia y Análisis*. Mexico: Pearson Education.
- Krajewsky, L., & Ritzman P., L. (2008). *Administración de operaciones, Procesos y Cadena de valor*. Mexico: Pearson Education.
- Meza, D., Vivas, O., & Boneth, R. (s.f.). *Modelos 2013*. Obtenido de Modelos estocásticos y deterministas: <http://upcmodelos.blogspot.com/2013/03/modelos-estocasticos-y-deterministas.html>
- Mora Gutiérrez, A. (2009). *Mantenimiento: Planeación, ejecución y Control*. México: Alfaomega.
- Mora Gutierrez, A. (2013). *Mantenimiento, Planeación, Ejecución y control*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Mora Gutierrez, A. (2014). *Pronósticos de Demanda e Inventarios*. Medellín: AMG.
- Mora Gutierrez, A. (2014). *Stock Cero*. Bogotá: CIMPRO SAS.
- Muñoz Bañuls, F. J. (Enero-Febrero de 2003). La gestión de inventarios por el proveedor: Vendor Managed Inventory. *Canales de mecánica y electricidad*, 16-20. Obtenido de https://www.ica.es/publicaciones/anales_get.php?id=485: https://www.ica.es/publicaciones/anales_get.php?id=485
- Pérez de Gudiño, M. (s.f). *Logística y Producción*. Obtenido de Slyde player: <http://slideplayer.es/slide/1647682/>
- Spiegel, M. (1994). *Shaum Estadística*. Mexico: McGraw-Hill.
- Suarez Ibujes, M. O. (s.f). *Métodos de suavizamiento y pronóstico para series de tiempo*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos87/metodos-suavizamiento-y-pronostico-series-tiempo/metodos-suavizamiento-y-pronostico-series-tiempo.shtml>
- Universidad Politécnica del Litoral ESPOL. (2016). *Pérdidas de productividad y costos de mantenimineto*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/21427/10/10.%20CAPITULO%201.pdf>

ANEXOS

ANEXO No. 1: INFORMACIÓN INMOBILIARIA (ALQUILERES DE BODEGAS)

Galpones en arriendo en X Gabiola

casas.mitula.ec/casas/arriendo-galpones-cuenca Ver en el mapa



Nave De Renta Parque Industrial \$ 2.800,00 Mas Iva

\$ 2.800
Cuenca (El Vecino) - Bodega - 800 m²
Renta de nave industrial sector parque industrial, tiene 800 m² de galpón y 100 m² de oficina, dos baterías de baños. Alquiler mensual \$2.800,00 mas iva. Informes al 0998154267 o al 4049884.

12/10/2016 en Plusvalia.com

Galpones similares: Arriendo bodega cuenca Ver en el mapa

Se Alquila Bodega Sector Industrial

\$ 1.750
Cuenca (Monay) - Bodega - 500 m²
Bodega amplia con rampa para desembarque de trailer, en la renta incluye guardia de 6 am a 6 pm todos los días, el valor de la renta es mas iva.

14/04/2016 en Icasas

Nave De Renta Parque Industrial \$2800,00 Mas Iva

\$ 2.800
Cuenca - Oficina - 900 m² - 2 baños
Renta de nave industrial sector parque industrial, tiene 800 m² de galpón y 100 m² de oficina, dos baterías de baños. Alquiler mensual \$2.800,00 mas iva. Informes al o al.

28/09/2016 en Icasas

Galpones en arriendo en X Gabiola

casas.mitula.ec/casas/arriendo-galpones-cuenca Ver en el mapa





02/04/2016 en Doplim

Galpones similares: Arriendo casas 1 dormitorio cuenca

Anuncios con la tecnología de Google

 **Departamento para estudiantes - Vive la experiencia Livinn**
(2) 3224 4121
Livinn Santiago es el primer edificio de arriendo creado para estudiantes.

 **CARPAS Y GALPONES INDUSTRIALES - Bodegas Modulares de Aluminio**
Venta y Arriendo de Galpones y Bodegas Industriales de Aluminio.

Bodega De Renta 350 M2 Parque Industrial \$700,00

\$ 700
Cuenca (El Vecino) - Bodega - 350 m²
Se renta bodega en el parque industrial, un baño, dos oficinas, 2 parqueos de 25 m², área aproximada 350 m². Renta mensual \$700,00 mas I.V.A. Informacion 0998411651 www.Redbienes.Com * medidas aproximadas...

09/10/2016 en Plusvalia.com

Galpones similares: Arriendo galpones industrial bodega Ver en el mapa



Sealing Condensate Return Pumps

Rotating Equipment Sealing Solutions

Pulp & Paper
Chesterton 180H Cartridge Seal
Case Study 002 RE

Challenge

Condensate return pumps can be difficult sealing applications due to high temperatures, flashing conditions, and the lack of a reliable cooling water supply.

In a U.S. papermaking facility, compression packing was used to seal these pumps. Stuffing box temperatures were reaching 180° C (350° F) and flush water availability was intermittent, causing premature packing failure. The mill was replacing packing every 3 to 10 weeks on these pumps.

Conventional mechanical seals were tested, but steam flashing through the seal faces caused face damage and eventual seal failure.



Condensate pump with Chesterton 180H Cartridge Seal.

Solution

Chesterton 180H Cartridge Seal is the sealing solution for applications where flashing can occur, external cooling is limited or unavailable, or where pressure has a tendency to distort the seal faces.

Hydropad Geometry Enhances Face Lubricity

This seal is designed with an advanced hydropad geometry seal face that improves film formation between the mechanical seal faces and significantly enhances face lubricity. This increased film formation reduces heat generation and increases seal life in many applications.

Problems with Cooling Systems?

This paper mill did not have external cooling capabilities and used a Chesterton 180H Cartridge Seal with a Plan 11 discharge recirculation piping plan.

Why Use Chesterton 180H Seals?

- Hydropad design significantly improves seal face lubricity in high temperature, speed, and pressure applications
- Seals without external cooling requirements
- Hydropad geometry increases seal pressure velocity capabilities
- Reduce or eliminate flush water usage. Flush water does not cool the condensate, saving reheating cost

Results

Increased Mean Time Between Failures

This paper mill significantly improved their seal reliability from weeks to years with the Chesterton 180H Cartridge Seal.

The plant converted all 5 of their condensate return pumps to Chesterton 180H Cartridge Seals with exceptional results!



Chesterton 180H rotary seal face with hydropads.

Technical data reflects results of laboratory tests and is intended to indicate general characteristics only. A.W. Chesterton Company disclaims all warranties expressed or implied, including warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. Liability, if any, is limited to product replacement only. Any images contained therein are for general illustrative or aesthetic purposes only and are not intended to convey any instructional, safety, handling or usage information or advice regarding any product or equipment. Please refer to relevant Safety Data Sheets, Product Data Sheets, and/or Product Labels for safe use, storage, handling, and disposal of products, or consult with your local Chesterton sales representative.

A.W. Chesterton Company
860 Salem Street, Groveland, MA 01834 USA
© A.W. Chesterton Company, 2015. All rights reserved.
® Registered trademark owned and licensed by A.W. Chesterton Company
in USA and other countries unless otherwise noted. WWW.CHESTERTONROTATING.COM

EN23733
1/15

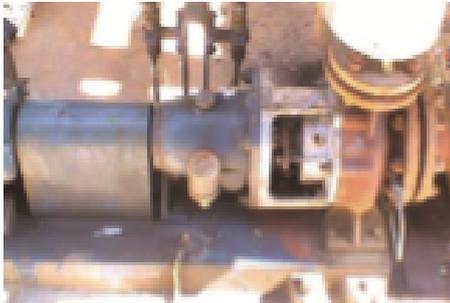
SOLUTIONS



Hot Water Circulating Pump

[SPREAD SHEET](#)

The Challenge



In this power plant located in Crete Island, the customer used braided packing (Teflon & Kevlar) for this circulating pump. Due to the material used (very strong; however very abrasive as well), the customer had to replace the packing every 3 months and the shaft sleeve and the bearings each year. During the same period:
Hot water leakage: 340 m³/year.
Energy consumed by packing: 8% of electric motor.
Gland adjustments every 3rd week.

The Chesterton Solution




Because Mechanical Seals are not accepted in this plant, the Chesterton advised to install a combination of 2 packing styles; 477-1 & 1400R & 477-1. Style 1400R is a carbon reinforced graphite packing that combines flexible graphite with the strength of carbon fibres; this solution is suitable for hot water. The 477-1 is a carbon fibre packing, with unique inorganic blocking agents, that stops liquid penetration. The life time of the sleeve and the bearing is now 3 times longer, and the water consumption is reduced to 5 m³/year. In the same time the loss power consumption is reduced to only 3% of the motor power.

Application Details

Equipment	Circulating pump		
Media:	Hot water	Temp.	140°C
Pressure	12 bar	Speed	1400 RPM

Why use Chesterton?

- Improve pump reliability & availability
- Reduce operation costs
- Reduce maintenance cost.
- Environmentally friendly

ROI

Previous Method:

Total service cost, including packing, sleeve and bearing cost, water leakage cost

Total service cost / year = €1975

New Method:

Total service cost = €373.25

Net saving = €1975 - €373.25 = €1601.75 per pump per year

Chesterton Products used in this solution

[477-1 and 1400R](#)



A.W. Chesterton Company
800 Salem Street, Cleveland, OH 44115 USA
Tel: (781) 421-7280 Fax: (781) 421-9271 www.chesterton.com

© A.W. Chesterton Company, 2010. All rights reserved.
® Registered trademarks owned and licensed by A.W. Chesterton Company in USA and other countries, unless otherwise noted.

ANEXO No. 4: CASO DE ESTUDIO - RECUBRIMIENTO DE METAL (A.W. Chesterton Company, 2014)



Split Case Fan Pump

Pulp & Paper – Paper Machine
ARC 890, 858 and 855 Coatings
Case Study 005

Challenge

Goal

Rescue a 20-year-old split case pump running far off BEP and achieve a cost avoidance of \$225K for a new pump.

Root Cause

Sulfuric acid added to pulp increased internal corrosion in a pump that was already worn.

Solution

Preparation

- Pressure wash and decontaminate surfaces
- Grit blast to Sa 2.5 with 3 mil (75 µm) profile

Application

1. Rebuild cut-water using wire mesh and ARC 890
2. Use ARC 858 to coat and fill pits and gouges
3. Apply 2 coats of ARC 855 in alternative colors over repaired and uncoated metal

Results

Repair Time

All repair work completed and pump returned to service in 2 weeks.

Client Reported

CAPEX avoidance:	\$225,000
Estimated Repair Life:	5+ years



Disassembled pump prior to installation



Split case fan pump, coated with ARC 855, ARC 858 and ARC 890

\$=USD



Damaged cutwater rebuilt with ARC 890 and topcoated with ARC 855

Technical data reflects results of laboratory tests and is intended to indicate general characteristics only. A.W. Chesterton Company disclaims all warranties expressed or implied, including warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. Liability, if any, is limited to product replacement only. Any images contained herein are for general illustrative or aesthetic purposes only and are not intended to convey any instructional, safety, handling or usage information or advice respecting any product or equipment. Please refer to relevant Safety Data Sheets, Product Data Sheets, and/or Product Labels for safe use, storage, handling, and disposal of products, or consult with your local Chesterton sales representative.

A.W. Chesterton Company
 860 Salem Street, Groveland, MA 01834 USA
 © A.W. Chesterton Company, 2014. All rights reserved.
 ® Registered trademark owned and licensed by A.W. Chesterton Company
 in USA and other countries, unless otherwise noted. WWW.ARC-EPC.COM

EN23593.05
09/14



ANEXO No. 5: CASO DE ESTUDIO - PENETRANTE (A.W. Chesterton Company, 2014)



Flange Bolts

Chesterton Lubricants/MRO Chemicals

API, HPI, CPI
Product: Chesterton 723 Sprasolvo®
Case Study 008 LMRO

Challenge

Goal

Find new solution for removing threaded assemblies.

Background

- A petroleum refinery was having difficulty removing threaded assemblies from reactors, cracking units and flanged connections following 2 years in service.
- Several penetrating oils were tried but none proved effective.
- Torch cutting was dangerous and required permits.



Downtime and loss of production was a critical concern for the customer.

Solution

Product

A small amount of Chesterton 723™ Sprasolvo® was applied and allowed to penetrate the nuts and bolts for ten minutes. All of the bolts were then removed easily.

- The customer finds this solution quicker, safer, and more cost-effective than cutting the bolts.



Previously, 3 men with hot work permits were required for 6 hours to disassemble flange bolts.

Results

- Chesterton 723 Sprasolvo® out performed all of the competitive products.
- Chesterton 723 Sprasolvo® has eliminated the need for torch cutting.
- This lubricant has been added to the stock supply system and is now standardized at the refinery.



Two men easily remove flange bolts in 2 hours with Chesterton 723 Sprasolvo®.

Technical data reflects results of laboratory tests and is intended to indicate general characteristics only. A.W. Chesterton Company disclaims all warranties expressed or implied, including warranties of merchantability and fitness for a particular purpose. Liability, if any, is limited to product replacement only. Any images contained herein are for general illustrative or aesthetic purposes only and are not intended to convey any instructions, safety, handling or usage information or advice respecting any product or equipment. Please refer to relevant Safety Data Sheets, Product Data Sheets, and/or Product Labels for safe use, storage, handling, and disposal of products, or consult with your local Chesterton sales representative.

A.W. Chesterton Company
860 Salem Street, Groveland, MA 01834 USA
© A.W. Chesterton Company, 2014. All rights reserved.
® Registered trademark owned and licensed by A.W. Chesterton Company
in USA and other countries, unless otherwise noted. WWW.CHESTERTONLUBRICANTS.COM

EN236177
10/14

#013017

Sealing Hot Blast Valve Flange

The Challenge

In a steel plant in Slovakia, the customer had a specific issue on the hot blast valves installed in the blast furnace.



On top of the valve is a rectangular tongue and groove flange. In the past the customer used asbestos packings next glass, graphite, ceramic ropes. Due to thermocycling, incorrect assembly without torque wrench, wrong bolts and sealing materials this flange failed frequently.

Application Details

Equipment	Hot Blast valve	DN1300
Medium	Hot air with 27% oxygen	
Pressure	1,25 barg	Temperature 1100°C
Seal	5500 Flange Bolt Disc M20	

The Chesterton Solution

On the rectangular tongue and groove flange, we have replaced the existing solution with a Chesterton solution. The live loading system comprises a Steel Trap gasket, the 5500 Flange Bolt Disc and 705 Anti-

Seize compound applied on the bolts of the flange connections.

The cooling system of the valve is cleaned of water



scale and deposits by **Chesterton 345 DCC**. The customer used the torque wrench and the correct new bolts.

Results: No shut down of the blast furnace due to hot-blast valve leakage. Up until the implementation of our solution the customer had ~ 2 unplanned shuts of the blast furnace per year due to issues with the hot-blast valve.

Why Use This Solution?

- Avoid production loss: no incidental shut down of blast furnace caused by hot-blast valve leakage
- Reduce downtime: the repair of the rectangular flange takes 2 hours
- Reliability : avoid unplanned shuts

Products used in this Solution

[Steel Trap Semi-metallic Gasket](#)
[5500 Flange Bolt Disc Springs](#)
[705 Anti Seize](#)
[345 Descaler and Chemical Cleaner](#)

A.W. Chesterton Company
 500 Unicorn Park Drive,
 Woburn, MA, 01801-3343
 ©A.W. Chesterton Company, 2009
 ® Registered trademark owned and licensed by A.W. Chesterton Company in USA and other countries

Telephone: **1-781-438-7000**
 Fax: **1-781-438-8871**
ChestertonMarketingServices@chesterton.com
www.chesterton.com