

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil Industrial**



Modelo de Gestión de Inventario para la empresa Elaboradora de Cobre Viña del Mar S.A

por

**Felipe Andrés Astudillo Suárez
Solange Estefanía Miranda León**

Trabajo de Título para optar al grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía: Filadelfo de Mateo Gómez

Junio 2018

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos los que me apoyaron y creyeron en mí, desde que estudiaba en el colegio hasta que llegué a la Universidad e hicieron de esto posible.

Especialmente agradecer a mi madre Marcela León que me apoyó incondicionalmente, cada vez que le pedí algo relacionado con los estudios, estuvo conmigo e hizo hasta lo imposible para cumplirlo, y a mi pololo Felipe Astudillo, que desde que comenzamos nuestro amor, nos apoyamos mutuamente y decidimos seguir juntos este camino que aunque a veces parecía ponerse cuesta arriba, logramos superarlo juntos para convertirnos en flamantes Ingenieros Civiles Industriales... Agradezco sus clases particulares, su paciencia, sus llamados de atención y todo el amor que me ha brindado en estos cuatro años.

También quiero agradecer a toda mi familia, mis hermanos, tíos, primos, profesores y todos aquellos que aportaron con un granito de arena en todos estos años de estudios, en donde pasé momentos de alegría y tristeza pero que al fin darán sus frutos.

Un saludo especial y cariñoso a las personas encargadas de producción, planificación y logística que nos abrieron las puertas de su empresa e hicieron que este proyecto fuera posible.

No quiero terminar estas líneas sin nombrar a mi hijo perrito Quesito, que desde que llegó a mi vida hace poco más de tres años me dio la alegría y la compañía que necesitaba de forma incondicional y que hoy día se hizo parte importante de nuestra pequeña familia con mi pololo Felipe Astudillo.

Solange Estefanía Miranda León

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las personas que han sido un aporte en mi vida, en especial a mi madre y polola, que siempre han creído en mí.

Agradezco a mi abuela Eliana, tío Patricio, tía Rosita y tío Carlos por ayudarme cuando lo necesitaba y seguir haciéndolo hasta el día de hoy.

Agradezco a todos los profesores que aportaron en mi formación como profesional.

Agradezco a la comunidad de Metin 2 por distraerme en los momentos de estrés.

Felipe Andrés Astudillo Suárez

CONTENIDO

	Página
Glosario	8
Lista de abreviaturas y siglas	9
Lista de figuras	10
Lista de tablas	11
Resumen	12
1. Introducción	14
2. Objetivos	15
2.1 General	15
2.2 Específico	15
3. Antecedentes de la empresa	16
3.1 Descripción de la empresa	16
3.1.1 Estructura organizacional	16
3.1.2 Antecedentes históricos	16
3.1.3 Ubicación	17
3.1.4 Misión	17
3.1.5 Visión	17
3.2 Descripción de productos	17
3.2.1 Tipos de conductores	17
3.2.2 Categorías de conductores	18
3.2.3 Proceso de producción	18
3.2.4 Codificación del conductor en base de datos	19
3.3 Formulación del problema	20
3.3.1 Ishikawa	23
4. Marco teórico	24
4.1 Antecedentes	24
4.2 Desarrollo del concepto de inventario	25
4.3 Gestión de inventario	25
4.4 Exceso de inventario	26
4.5 Sistema push y sistema pull	26
4.6 Existencias de seguridad, stock de seguridad o stock mínimo	28
4.7 Stock máximo	28
4.8 Rotación de inventario	28
4.9 Demanda	29
4.10 Metodología ABC	29
4.11 Punto de reorden o punto de pedido	29
4.12 Capacidad de la bodega de producto terminado	30
4.13 Sistemas de revisión de stock	30
4.14 Método de pronóstico	30
4.14.1 Modelo de regresión lineal	30
4.14.2 Modelo media móvil simple	32

	Página
4.14.3 Modelo media móvil ponderado	32
4.14.4 Método de suavizamiento exponencial simple	32
4.14.5 Método de suavizamiento exponencial doble	33
4.14.6 Método de descomposición multiplicativo	33
4.15 Errores de pronóstico	34
4.15.1 Desviación absoluta media	34
4.15.2 Error cuadrático de la media	34
4.15.3 Desviación de la raíz cuadrada media	34
4.15.4 Error porcentual absoluto medio	34
4.15.5 Error porcentual medio	34
4.16 Relación de nivel de inventario y nivel de servicio	35
4.17 Importancia de la política de inventario	35
5. Propuesta metodológica	36
6. Situación actual	38
6.1 Demanda	38
6.1.2 Pronóstico de la demanda	38
6.2 Producción	38
6.2.1 Tiempos de producción	38
6.3 Inventario	38
6.3.1 Antigüedad de inventario	38
6.3.2 Inventario actual en toneladas de cobre	41
6.3.3 Sistema actual de inventarios en la empresa	42
6.3.3.1 Evolución de la gestión de inventarios en la empresa	42
6.3.4 Sistemas de revisión de stock	42
6.3.5 Sistemas de control	42
6.3.6 Costos de almacenaje	43
6.3.7 Desde un sistema push a un sistema pull	43
6.4 Bodega	44
6.4.1 Superficie bodega Viña del Mar	44
6.4.1.1 Distribución de la bodega	44
6.4.2 Estantería bodega	45
6.4.3 Diagramas de procesos: operaciones de bodega	47
6.4.3.1 Ingreso producto terminado a bodega	47
6.4.3.2 Solicitud y preparación de producto en bodega	47
6.4.3.3 Despacho del producto	48
6.5 Ventas	48
6.6 Clientes	48
6.7 Servicio	49
6.7.1 Nivel de servicio	49
7. Aplicación de metodología y análisis de los resultados	50
7.1 Metodología ABC	50
7.1.1 Análisis en base a ventas en kilómetros	50
7.1.2 Análisis en base a ventas en toneladas	51

	Página	
7.1.3	Análisis en base a inventario en kilómetros	51
7.1.4	Evolución de clasificación de inventario según metodología ABC	52
7.2	Análisis rotación de inventario	53
7.3	Relación método ABC y rotación de inventario	54
7.4	Pronóstico de la demanda	54
7.4.1	Selección de conductores a pronosticar	54
7.4.2	Agrupación de los datos a pronosticar	54
7.4.3	Criterios para análisis y selección del método de pronóstico	54
7.4.4	Aplicación y selección del método de pronóstico	56
7.4.5	Resultados de la propuesta	59
8.	Modelo de planificación y gestión de inventario	60
8.1	Construcción del modelo	60
8.1.1	Consideraciones	60
8.1.2	Indicadores	62
8.2	Desarrollo del modelo	63
9.	Análisis de costo y mejoras	65
9.1	Costos de inventario	65
9.2	Costos recuperables	66
9.3	Beneficios	67
9.4	Costos del proyecto	67
9.4.1	Desarrollo	67
9.4.2	Implementación	68
9.4.3	Costos por seguimiento	68
9.5	Costo total del proyecto	69
9.6	Rentabilidad del proyecto	69
10.	Recomendaciones y conclusiones	70
11.	Referencias digitales	72
12.	Anexos	74
12.1	Evolución de la clasificación ABC de cada conductor	74
12.2	Resumen evolución de clasificación ABC de conductores	78
12.3	Códigos y cantidad de conductores por categoría	79
12.4	Detalle de descomposición por código	79
12.5	Participación de mercado COVISA	86
12.6	Pantalla digital Graphic operation terminal GOT1000	86
12.7	Sistema de control CARDEX	87
12.8	Vendedores año 2015	87
12.9	Vendedores año 2016	88
12.10	Ingresos según clientes	88
12.11	Bodega producto terminado	89
12.12	Vista principal de panel de control del modelo de inventario	89
12.13	Vista sección datos del modelo de inventario	90

	Página
12.14 Vista sección categorías del modelo de inventario	90
12.15 Vista sección carretes del modelo de inventario	91
12.16 Vista sección indicadores por producto del modelo de inventario	92
12.17 Vista sección indicadores ABC del modelo de inventario	92
12.18 Vista de tablas resumen de sección productos del modelo de inventario	92
12.19 Vista de tablas de sección productos alta rotación del modelo de inventario	93
12.20 Vista de tablas de sección productos baja rotación del modelo de inventario	93
12.21 Vista de tablas resumen de la sección “inversión de inventario”	94
12.22 Vista de tablas resumen de la sección “informe del modelo de inventario”	95

GLOSARIO

Alambrón: Producto siderúrgico de sección circular que se obtiene mediante un proceso de laminación en caliente, a través de un tren especialmente diseñado para este efecto.

Apantallado: Recubrimiento que proporciona a un cable eléctrico protecciones eléctricas o mecánicas, su función es aislar las señales que circulan por el cable de posibles interferencias externas.

Cables desnudos: Conductor de cobre que no posee recubrimiento (aislación).

Cables aislados: Conductor de cobre con recubrimiento que proporciona protecciones eléctricas o mecánicas. Se clasifican en termoplásticos-termoestables. Su función es evitar fugas de corriente.

Capacidad de almacenamiento bodega: Indica el grado de utilización de bodega en relación a la capacidad máxima posible.

Capacidad productiva: Corresponde al máximo nivel de producción que puede soportar una unidad productiva en condiciones normales de funcionamiento.

Cubierta: Recubrimiento polimérico exterior para protección, su función es aislar el interior del cable de elementos externos que podrían alterar sus propiedades eléctricas y lo protege de los golpes que pueda recibir durante su instalación y uso.

Fill rate: Indicador que mide la cantidad de producto que entregamos a los clientes con respecto a lo solicitado.

Notox: Tipo de conductor que en caso de incendios, no emite gases tóxicos ni corrosivos y tampoco es inflamable.

PE: Aislamiento termoplástico, también denominado "Polietileno lineal"

PVC: Aislamiento termoplástico, también denominado "Policloruro de vinilo", posee alta resistencia a los impactos y a la abrasión.

Relleno: Recubrimiento que proporciona a un cable eléctrico protecciones eléctricas o mecánicas, su función es ocupar los espacios vacíos dejados en el cableado de los conductores aislados.

Reticulado: Proceso que mejora las características eléctricas del cable y otorga estabilidad ante cambios de temperatura.

TPE: Elastómero termoplástico que puede ser utilizado como aislante.

XLPE: Aislamiento termoestable, también denominado "Polietileno reticulado".

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

Cant: Cantidad

COVIFLEX: Conductores flexibles COVISA

COVISA: Elaboradora de cobre Viña del Mar, Sociedad anónima

Cu: Cobre

ERP: Planificación de recursos empresariales

Fc: Frecuencia

FIFO: Primero en entrar, primero en salir

Hr: Hora

ISO: Organización internacional de normalización

Kg: Kilos

Km: Kilómetro

Ltda: Limitada

Mt: Metros

NCh: Norma Chilena

NOTOX: No tóxico

PE: Polietileno

PVC: Policloruro de vinilo

RV: Rígido

S.A: Sociedad anónima

SBIF: Superintendencia de bancos e instituciones financieras de Chile

Ton: Toneladas

TPE: Elastómero termoplástico

Tot: Total

XLPE: Polietileno reticulado

Dt: Demanda en un determinado periodo

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estructura organizacional	16
Figura 2. Diagrama de procesos	19
Figura 3. Diagrama de Ishikawa	23
Figura 4. Comparación de sistema push y pull	27
Figura 5. Componentes de una serie de tiempo	31
Figura 6. Gráfico de evolución de inventario en toneladas por categoría	41
Figura 7. Dimensiones y superficie en bodega Viña del Mar	44
Figura 8. Distribución y dimensiones en bodegas Viña del Mar	45
Figura 9. Dimensiones estante simple bodega	46
Figura 10. Dimensiones estante doble bodega	46
Figura 11. Diagrama de flujo de ingreso producto terminado bodega	47
Figura 12. Diagrama de flujo solicitud y preparación de pedido	47
Figura 13. Diagrama de flujo de despacho de producto	48
Figura 14. Gráfico de rotación conductores año 2015	53
Figura 15. Detalle de descomposición de código	79
Figura 16. Pantalla digital de supervisión de velocidades y layout	86
Figura 17. Tarjetas de control e identificación de carretes	87
Figura 18. Bodega de producto terminado	89
Figura 19. Panel de control de modelo de inventario	89
Figura 20. Sección datos del modelo de inventario	90
Figura 21. Sección categorías del modelo de inventario	90
Figura 22. Sección carretes del modelo de inventario	91
Figura 23. Sección indicadores uno del modelo de inventario	92
Figura 24. Sección indicadores dos del modelo de inventario	92
Figura 25. Sección productos A del modelo de inventario	92
Figura 26. Sección productos de alta rotación del modelo de inventario	93
Figura 27. Sección productos de baja rotación del modelo de inventario	93
Figura 28. Sección inversión en inventario del modelo de inventario	94
Figura 29. Sección informe del modelo de inventario	95

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Variaciones de ventas y toneladas	21
Tabla 2. Toneladas de conductores con mayor volumen de ventas	21
Tabla 3. Resultados registro de inventario bodega	39
Tabla 4. Análisis ABC en base a kilómetros vendidos	50
Tabla 5. Análisis ABC en base a toneladas vendidas	51
Tabla 6. Análisis ABC en base a inventario en kilómetros	51
Tabla 7. Permanencia de conductores por categorías	52
Tabla 8. Tiempo promedio de rotación de inventario según clasificación ABC	54
Tabla 9. Producción promedio mensual almacenada	57
Tabla 10. Porcentaje de disminución promedio mensual de inventario	57
Tabla 11. Error promedio mensual del volumen de ventas	57
Tabla 12. Ventas perdidas por método	58
Tabla 13. Método seleccionado por categoría	58
Tabla 14. Inversión propuesta	59
Tabla 15. Costos de inventario por metro cuadrado	62
Tabla 16. Indicadores del modelo	62
Tabla 17. Costos por almacenamiento productos nula rotación	65
Tabla 18. Costo de producción productos baja o nula rotación	65
Tabla 19. Costo oportunidad por mala distribución	65
Tabla 20. Costo oportunidad preparación producto obsoleto reventa	65
Tabla 21. Disminución en inversión requerida con propuesta	66
Tabla 22. Costos recuperables por venta de cobre	66
Tabla 23. Beneficio del proyecto	67
Tabla 24. Costo por reuniones	67
Tabla 25. Costo reunión presentación modelo	68
Tabla 26. Costo capacitación modelo de inventario	68
Tabla 27. Costo total de implementación	68
Tabla 28. Costo total de seguimiento	69
Tabla 29. Costo total del proyecto	69
Tabla 30. Evolución de la clasificación ABC de cada conductor	74
Tabla 31. Resumen evolución de clasificación ABC de conductores	78
Tabla 32. Códigos y cantidad de conductores por categoría	79
Tabla 33. Detalle descomposición de código	80
Tabla 34. Detalle de código por calibre de cada conductor	83
Tabla 35. Detalle de código por clase de conductor	84
Tabla 36. Detalle de código por color de conductor	85
Tabla 37. Participación de mercado COVISA	86
Tabla 38. Vendedores año 2015	87
Tabla 39. Vendedores año 2016	88
Tabla 40. Ingresos por clientes año 2016	88

RESUMEN

El presente proyecto está basado en una propuesta que permite controlar y gestionar el inventario de COVISA con mayor eficiencia, empresa dedicada a la fabricación y venta de conductores eléctricos desnudos y aislados de baja tensión.

Actualmente COVISA posee un control deficiente de su inventario, debido a que desconoce aspectos fundamentales tales como índices de rotación, inventario mínimo y máximo, stock de seguridad, entre otros. Esta situación ha llevado a la empresa a tener problemas de almacenamiento. Se observa la ubicación de producto terminado de alta rotación en zonas no habilitadas, existencia de productos de baja rotación que utilizan porción considerable de la capacidad útil de bodega y que representan capital inmovilizado por años que podría destinarse a otras necesidades de la empresa.

Para resolver esta problemática se propone un Modelo de Gestión de Inventario. Amigable con el usuario y que otorgue información actualizada para cada tipo de conductor, permitiendo toma de decisiones oportunas. Además se ha propuesto un método de pronóstico para los productos que registran mayor volumen de ventas.

Para lograr la construcción del modelo se obtuvo información desde los sistemas internos de COVISA, los cuales fueron otorgados por jefes de Producción, Planificación y Logística para su posterior análisis. Algunos de los datos suministrados fueron tiempos de producción, tiempos de entrega de producto a clientes, ventas generadas en el período en estudio, composición de cobre y PVC para cada conductor, costos unitarios de fabricación, entre otros. Los datos no disponibles fueron calculados, por ejemplo, capacidad en volumen de almacenamiento de carretes aislados y racks, mediante la medición de las zonas de bodega.

El modelo consideró la creación de buscadores de producto y categoría, lo que permitirá al usuario visualizar todos los indicadores cómodamente. Además, se incluyó una tabla que resume los principales indicadores para categorías ABC.

El modelo de gestión de inventario suministra indicadores como: inventario actual, grado de utilización de bodega, órdenes pendientes, valorización de inventario, nivel de servicio, entre otros, de forma actualizada.

Para la construcción del modelo de gestión de inventario, en primera instancia se realizó un análisis ABC basado en volumen de ventas para la clasificación de los conductores, lo que permitió establecer el nivel de servicio adecuado para cada uno. Posteriormente se seleccionaron los conductores que registraban un volumen de ventas acumulado de un 70% y estos a su vez fueron agrupados en categorías. La agrupación se realizó basados en una clasificación codificada actualmente utilizada en la empresa.

El método de pronóstico consideró cambios. Evolucionando de la utilización de un único método de pronóstico, a la utilización de métodos distintos para las principales categorías de productos. La principal diferencia entre el método actual (promedio móvil simple con 12

periodos) y el propuesto (método de descomposición con 3 o 12 períodos), es que el método de descomposición propuesto considera factores estacionales, cíclicos y de tendencia.

Se realizó una comparación entre método actual, método de descomposición de 3 periodos y método de descomposición de 12 periodos. Para su selección, se analizaron factores como error del método, nivel de inventario, ventas perdidas y nivel de inversión. El método propuesto en relación al actual siempre entregó mejores resultados. Para algunas categorías se recomendó la utilización del método de descomposición con 3 periodos y para otras, el método de descomposición de 12 periodos. El resultado es la disminución del error (diferencia entre valor pronosticado y valor real) en 48,12%, liberación de un 41,6% anual de capacidad en bodega y disminución de un 1,36% anual en el nivel de inversión requerida. Esto implica un uso más eficiente de la bodega de producto terminado y los recursos de la empresa.

1. INTRODUCCIÓN

Generalmente las organizaciones productoras se centran en la fabricación y venta de un producto dejando de lado aspectos fundamentales como son logística, la distribución y los inventarios. Aspectos críticos cuando se pretende aprovechar, administrar y controlar los recursos disponibles. [Revista: Negocios globales, artículo “La importancia de un eficiente control de inventario”]

La empresa en estudio, COVISA, se dedica a la fabricación y venta de conductores eléctricos de baja tensión, cuya planta se encuentra en Viña del Mar. [covisa.cl, “Sobre Covisa”]

El inventario almacenado es el activo más caro que posee la empresa y es por esto que resulta crucial una adecuada planificación de la producción y gestión de inventario.

Planificar la producción y gestionar los inventarios permite optimizar los tiempos de entrega, mantener un nivel competitivo, optimizar la compra de materia prima (principalmente alambro de cobre, PVC, XLPE, relleno), entre otros beneficios que permiten mantener una alta productividad en todas las operaciones de inventario.

Existen innumerables métodos de gestión de inventarios, siendo los más utilizados el Método ABC y Just in Time. Dentro de estos métodos también resulta clave poder identificar el punto de reorden de inventario, para determinar una orden de reabastecimiento, lo cual incluye el tiempo de entrega, pronóstico de la demanda y nivel de servicio.

Con estos sistemas de gestión de inventarios es que se pretende satisfacer la demanda de los clientes en el momento en que lo requieren, optimizando la compra de materia prima y proceso de planificación de la producción, en función de pronósticos de ventas y demanda.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Diseñar un modelo planificación y gestión de inventario para la empresa Elaboradora de Cobre de Viña del Mar (COVISA) que permita una mejor distribución de recursos en bodega.

2.2 Específicos

- Realizar levantamiento y descripción de procesos relacionados a bodega (almacenamiento y distribución) para identificar oportunidades de mejora
- Definir situación actual de empresa y bodega
- Clasificar productos en bodega según metodología ABC, para establecer nivel de servicio para cada conductor y selección de conductores a pronosticar su demanda.
- Realizar pronóstico de demanda de las principales categorías de productos (en relación al volumen de ventas) para mejorar precisión de los mismos
- Determinar indicadores de stock, como son: stock mínimo, stock de seguridad y punto de reorden de inventario para cada conductor
- Definir indicadores de apoyo a la gestión de inventario que permitan llevar un control constante en el cumplimiento de objetivos

3. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

3.1 Descripción de la empresa

Elaboradora de Cobre Viña del Mar S.A es una empresa de transformación dedicada a la fabricación y venta de conductores eléctricos desnudos y aislados de baja tensión (hasta 5.000 volts), con 39 años de experiencia que cuenta con certificación internacional ISO 9.001

Considerando la planta ubicada en Viña del Mar y la sucursal de Santiago, COVISA posee un capital humano de más de 60 colaboradores. [covisa.cl, "Sobre Covisa"]

Dentro del mercado nacional COVISA se posiciona en el tercer lugar con un 11% de participación de mercado y actualmente produce 968 variedades de conductores. El 75% de las ventas se concentran en Viña del Mar, por lo cual será esta última la sucursal en la que se enfocará el estudio.

La bodega de Viña del Mar posee una superficie total de $3.930 m^2$ y una capacidad de almacenamiento de $4.176 m^3$.

3.1.1 Estructura Organizacional

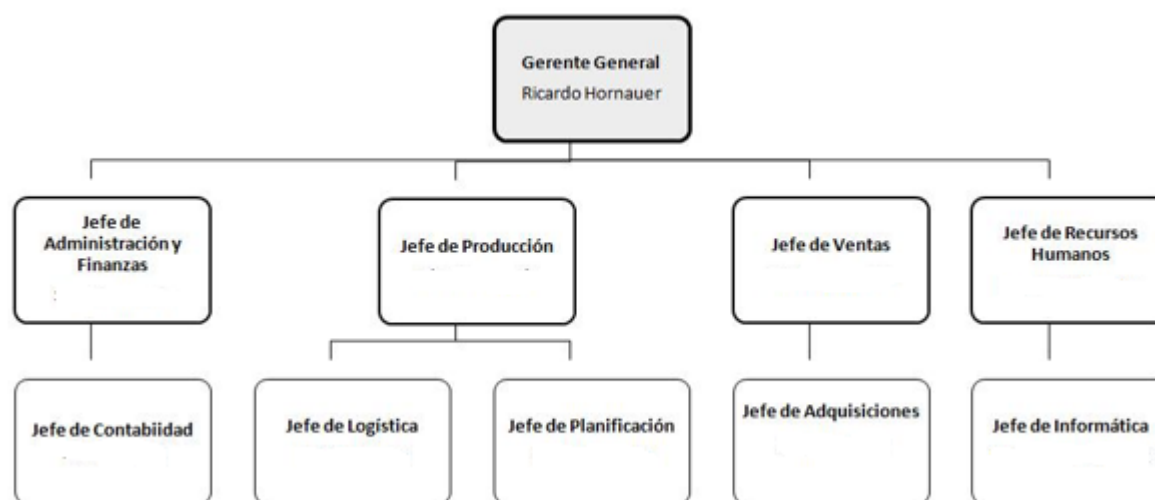


Figura 1 - Estructura organizacional. Elaboración Propia

3.1.2 Antecedentes Históricos

Elaboradora de Cobre Viña Del Mar S.A fue fundada en el año 1.977 por el destacado empresario e Ingeniero Civil Electricista José Hornauer López.

Dentro de la historia de la empresa es de gran relevancia RHONA y EMELTA pues sus dueños son de la misma familia Aspillaga, Hornauer y complementan sus actividades con la

comercialización de productos y materiales eléctricos, llegando a representar hasta un 32% de las ventas de COVISA. [emelta.cl. “Empresa”]

RHONA es una de las empresas de transformadores más grandes de Chile, nace en 1943 debido a la fusión de Neuweiler y Reitz Ltda. y Aspillaga y Hornauer y Cía. Ltda., mientras que EMELTA, empresa también fundada en 1943 por Aspillaga y Hornauer se dedica a la ingeniería y montajes eléctricos. [rhona.cl. “Empresa”]

Durante sus 39 años de trayectoria COVISA ha migrado desde la elaboración de conductores del tipo “duros” a conductores del tipo “flexibles”, los cuales han tomado cada vez mas fuerza en el mercado.

3.1.3 Ubicación

Elaboradora de Cobre Viña del Mar S.A posee dos sucursales, la casa matriz ubicada en Agua Santa #4303, Viña del Mar, y la segunda ubicada en Eduardo Frei Montalva #2193, Independencia, Santiago [covisa.cl, “Sucursales”]. En ambas se almacenan, distribuyen y venden los conductores, siendo en la casa matriz, en donde se fabrican.

3.1.4 Misión

“Ser un aliado seguro y confiable en todos los emprendimientos eléctricos de nuestros clientes.” [covisa.cl, “Sobre Covisa”]

3.1.5 Visión

“Aumentar nuestra participación en el mercado, manteniéndonos como la empresa fabricante de conductores eléctricos de capitales chilenos más grande del país.” [covisa.cl, “Sobre Covisa”]

3.2 Descripción de productos

Dentro de la amplia gama de conductores que ofrece COVISA se encuentran: Rígidos (RV), flexibles (COVIFLEX), desnudos o aislados ya sea con PE, PVC, TPE o XLPE, también NOTOX, los cuales se almacenan en rollos o en carretes de madera.

Los conductores aislados están constituidos en promedio por un 75% de cobre y un 25% de aislación, esta última puede ser PE, PVC, TPE o XLPE. En algunos casos RELLENO para disminuir los costos.

3.2.1 Tipos de conductores

Dentro de la variedad de conductores, existen 4 tipos:

- Desnudo Cable
- Desnudo Alambre
- Forrado Flexible
- Forrado Rígido

3.2.2 Categorías de conductores

Considerando los tipos de conductores que existen, COVISA los clasifica en 5 categorías:

- Desnudo
- Domiciliario
- Fuerza y Distribución
- Cordones Flexibles
- Control-Instrumentación

3.2.3 Proceso de Producción

En el proceso de fabricación de un conductor eléctrico se destacan los siguientes procesos:

1) Trefilado grueso y fino:

Grueso: Se produce el estiramiento con recocido en frío del alambroón de 8 mm, para obtener canastillos con alambre de 2.5 mm, los cuales pasarán al siguiente proceso de trefilado fino.

Fino: Se produce el estiramiento con recocido en frío del alambre de 2.5 mm de entrada, haciéndolo pasar por hileras adiamantadas para obtener bobinas con alambre de diámetros que oscilan entre 0.21 mm y 1.04 mm. Los más fabricados son aquellos de diámetro 0.41 y 0.51 mm.

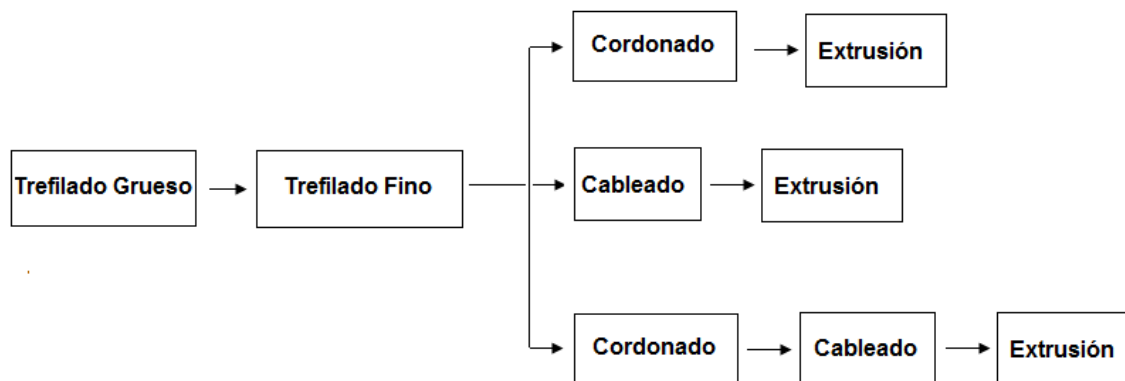
2) Cordonado: Las bobinas del proceso anterior son trenzadas mediante torsión formando cordones. La cantidad de hebras a utilizar para la conformación de cordones dependerá del cable a producir.

3) Cableado: Las bobinas del proceso anterior (Cordonado o Trefilado Fino) son instaladas para ser trenzadas y formar cables con mayor o menor flexibilidad. La cantidad de hebras y el “paso”, dependerá del tipo de cable a fabricar, en algunos casos también se requiere fabricar primero el “alma” para que el conductor tenga consistencia. También es factible trenzar cables que ya poseen aislación como es el caso de los cables utilizados en los semáforos (alambre CM) que posteriormente pasará al proceso de extrusión (segunda fase = cubierta).

El apantallamiento de un cable, es decir, cables recubiertos por una lámina de cobre, también se realizan en esta etapa del proceso.

4) Extrusión: Proceso que consiste en revestir el cordón, cable o alambre con PVC o polietileno (XLPE). En algunos cables sólo se coloca el aislante (H07V-U, H07Z1-K, H07Z1-R, THHN, ...) mientras que en otros se requiere la aislación “primera fase” y posteriormente la cubierta “segunda fase” (XCS, XCM, NOTOX, concéntrico, ...)

5) Enrollado: Los cables del tipo H07V-U, H07Z1-R, H07Z1-K de sección 1.5 mm², 2.5mm², 4 mm², 6 mm² y del tipo THHN de 10 AWG, 12 AWG y 14 AWG son puestos en rollos de 100 metros y empaquetados en la enrolladora PS-350.



NOTA: Los cables del tipo H07V-U, HO7Z1-R, HO7Z1-K de sección 1.5 mm², 2.5mm², 4 mm², 6 mm² y del tipo THHN de 10 AWG, 12 AWG y 14 AWG son puestos en rollos de 100 metros y empaquetados en una etapa adicional de ENROLLADO al final de todo el proceso.

Figura 2 - Diagrama de procesos. Elaboración propia

3.2.4 Codificación del conductor en bases de datos

Para identificar sus productos, la empresa utiliza el sistema de codificación que se detalla en el anexo 5. Esta codificación se encuentra en todas las planillas de datos utilizadas.

Ejemplo: Código 02CN0901005

02: Indica que el conductor fue fabricado en COVISA

CN: Indica el tipo de conductor, en este caso H07V-U

09: Indica el calibre del conductor, en este caso 1,5mm²

01: Indica el número de conductores, en este caso es un mono conductor

005: Indica el color del conductor

3.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Jorge Chávez, Director de Chávez & Asociados, plantea dos problemas frecuentes de fallas en la cadena que ocurren frecuentemente en las empresas, los cuáles coinciden con los dos principales problemas de COVISA

- 1) No registran la demanda, *“por ejemplo, si no tienen un pedido en stock simplemente lo eliminan, sin consignar qué cliente pidió tal producto, por lo tanto, en realidad no están tomando en cuenta la demanda, limitándose a trabajar sólo con los productos que tienen disponibles en stock”* [Revista: Negocios globales, artículo “Inteligencia y gestión de inventario]
- 2) *“Diferencias de inventario físico, porque hay productos cuyos saldos de inventario están equivocados, porque la pantalla dice que hay 10, pero en realidad no hay ninguno, por lo tanto se aborta la venta, el fill rate y, junto con eso, el servicio que se entrega a los clientes”.* [Revista: Negocios globales, artículo “Inteligencia y gestión de inventario]

Junto con estos dos problemas, visualizamos otros que tienen relación con la falta de un modelo de planificación y gestión de inventario que trae consigo una serie de problemas para la empresa, entre ellos: ventas perdidas por falta de stock, productos terminados en bodega que no han sido vendidos durante años, exceso de productos en bodega de baja rotación y déficit de productos de alta rotación, entre otros.

Lo anterior se debe a la falta de políticas de inventario y un desconocimiento de:

- 1) Stock de materia prima y producto terminado
- 2) Índices de rotación
- 3) Costos de inventario
- 4) Variaciones en la demanda
- 5) Valorización o desvalorización del inventario debido a las variaciones en el precio del cobre y del dólar.

Para dar solución a esta serie de problemas es necesario responder:

¿Cuál es la variación de las ventas? ¿Cuáles son los índices de rotación de los productos? ¿Cuántas toneladas de producto terminado se han ido acumulando? ¿Cuáles son las categorías más afectadas? ¿Existen políticas de inventario?, ¿Lo que se produce es realmente lo que se vende?, entre otros.

Segmentos del problema:

- 1) **Ventas:** Disminución de las ventas generadas y variación de volumen de ventas a niveles que dificultan el pronóstico de la demanda.

Durante los años 2012 a 2015 se registra la siguiente variación en volumen de ventas, tanto en metros como en toneladas de cobre de conductor:

AÑO	VARIACIÓN VENTAS EN MT.	VARIACIÓN VENTAS EN TON.
2012 – 2013	-20%	-19%
2013 – 2014	-13%	-27%
2014 – 2015	-24%	-9%
2015 – 2016		-39%

Tabla 1 - Variaciones de ventas y toneladas. Elaboración propia

Se observa que entre los años 2012-2015 COVISA ha tenido una disminución promedio de las ventas (en metros) de un 19%, lo que junto a la deficiente planificación y manejo de inventario se ha visto reflejado en utilidades negativas en los años 2013 y 2014.

Con respecto al año 2016, el 50% de las toneladas vendidas son representadas por 16 tipos de cables de los cuales se destaca “alambre concéntrico 2 x 6 mm² color negro” (11.5%), seguido de “alambre H07V-U 1.5 mm²” con un 6.6% en color rojo y 4.8% en color blanco.

Al agrupar los cables solo considerando la categoría (no su color ni sus dimensiones), se destaca que de este 50% de toneladas mas vendidas, un 23% corresponde a “alambres HO7V-U” y un 15% a “alambres concéntricos”, lo que en total corresponde al 38%.

AÑO 2016	TON. COBRE	TON.	FC. ACUMULADA
02GC1202005	636	11,51%	11,51%
02CN0901002	362	6,57%	18,08%
02CN1001001	265	4,81%	22,89%
02GC1102005	196	3,55%	26,44%
02CN1001002	180	3,26%	29,70%
02CN0901001	178	3,23%	32,93%
02CN1001003	164	2,96%	35,89%
02CN0901003	146	2,65%	38,54%
02CG1001001	104	1,89%	40,43%
02AD6709003	103	1,86%	42,29%
02GI7301005	93	1,69%	43,97%
02AD6509003	70	1,28%	45,25%
02GI6501005	66	1,20%	46,45%
02CG1001002	66	1,19%	47,64%
02CG1001003	65	1,18%	48,83%
02CC1001001	61	1,10%	49,92%

Tabla 2 – Toneladas de conductores con mayor volumen de ventas. Elaboración propia

El mayor porcentaje de los metros vendidos son representados por las categorías desnudos, domiciliarios y fuerza-distribución, con un 42%, 36% y 21% respectivamente, lo que en suma representa el 99% de las ventas.

- 2) Acumulación de producto terminado en bodega:** Debido a la complejidad de almacenar una gran variedad de conductores en una bodega que trabaja a capacidad máxima y que requiere una rotación de la mayoría de sus productos. Además esta acumulación representa capital inmovilizado con un alto nivel de inversión.

Actualmente la bodega se encuentra saturada. Se observa producto almacenado en zonas inhabilitadas como pasillos o zonas de seguridad. Debido a esta situación es que se deben tomar medidas para la optimización del espacio en bodega, reduciendo productos que presenten baja o nula rotación en períodos extensos

Durante el período en estudio, la empresa registra una acumulación de producto terminado de 1.219 toneladas en las categorías “Fuerza y Distribución” con 497 toneladas y “Domiciliarios” con 721 toneladas siendo de esta última 659 toneladas que se acumularon sólo durante el año 2.013 debido a la disminución de un 76% en las ventas en dicha categoría.

La acumulación de producto terminado también se debe a que se utiliza un modelo de planificación que no entrega resultados deseados, lo cual provoca que se produzca lo que no se necesita o en momentos inoportunos, existiendo 1.523 toneladas de producto terminado que representa 5.798 millones de pesos inmovilizados (1.932 millones anuales). Considerando que el precio del cobre ha disminuido en un 40% y el precio del dólar aumentado un 22% desde el 2.012 a la fecha, dicho inventario se ha desvalorizado en 1.044 millones de pesos.

3) Baja Rentabilidad del período:

En el año 2016 los ingresos anuales percibidos hasta septiembre fueron de 13.800 millones y se estiman de 18.000 millones a final de año. El margen de contribución promedio es de un 19,49%, con una desviación de 13,26%. En el año 2015 las utilidades percibidas fueron alrededor de 700 millones, que representan un 2% del capital invertido el mismo año. Una pequeña mejoría en relación a los años anteriores, donde se percibieron utilidades negativas.

Si se considera la tasa de interés existente en los Bancos para los depósitos a plazo, que con fecha 29 de Noviembre de 2016 es de un 5.38% anual (tasa obtenida de la SBIF), COVISA debería percibir más de 1.883 millones de utilidad neta para que sus operaciones sean rentables.

4) Método de pronóstico:

Actualmente se utiliza un único método para pronosticar la demanda de casi 1000 conductores, independiente de la fase del ciclo de vida en que se encuentren. Además se fijan stock de seguridad de 3 meses para todos los productos, cuando quizás hay algunos que no debieran de seguir fabricándose u al contrario debieran fabricarse en mayores cantidades.

La empresa determina un stock de seguridad solamente en función de la demanda promedio mensual. Por lo tanto, se omite la consideración de un nivel de servicio deseado para cada producto y se omiten los tiempos de producción, para determinar que se debe almacenar más de un producto que de otro en relación a la demanda promedio mensual del mismo. Es decir, no necesitamos mantener un stock de seguridad de 3 meses de un conductor específico si podemos fabricarlo en 2 semanas. De esta manera evitamos utilizar esa capacidad para destinarla a otros conductores que si la requieran.

A continuación se resume lo anteriormente mencionado:

3.3.1 Ishikawa

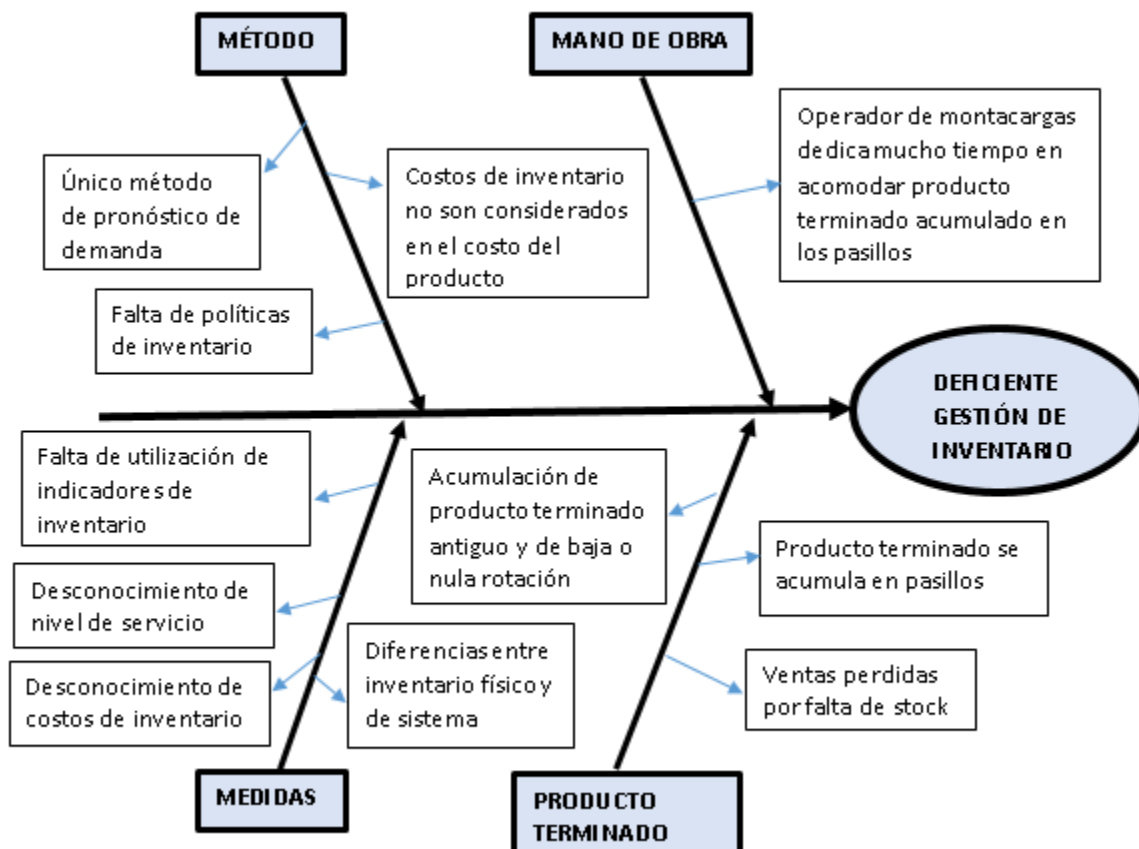


Figura 3 - Ishikawa. Elaboración propia

4. MARCO TEÓRICO

4.1 ANTECEDENTES

En una empresa de transformación, la gestión de inventarios tiene directa relación con la planificación de la producción y el control de inventarios, debido a que permite reducir los costos de producción, transporte y almacenamiento, incrementar los niveles de servicio, destinar los recursos disponibles de forma correcta y mejorar la eficiencia económica.

Innumerables son las empresas en el mundo que poseen problemas de inventario y buscan aplicar un sistema de gestión de inventarios, es por esto que en esta investigación se menciona el caso de Libesa e IKEA, dos empresas de transformación que implementaron distintas estrategias tecnológicas para mejorar la gestión de sus inventarios.

La primera, Libesa, es una compañía chilena que nace en la década del 50 dedicada a la fabricación, importación y distribución de productos de librería, papelería y oficina, cuyas marcas propias son Proarte, Ascott e Isofit, en donde Rodrigo González, Gerente de Logística de la empresa, menciona:

"Antes era muy difícil tener un control de todo lo que pasaba en el almacén: se subutilizaban los recursos, los procesos eran manuales, no estaban certificados y los plazos de despacho eran muy largos". [Revista: Negocios locales, artículo Gestión de inventario, Agosto 2009]

Por ejemplo, debido a la gran variedad de productos resultaba imposible enumerar todo lo que se tenía y mucho menos realizar inspecciones aleatorias.

Para mejorar estos aspectos es que Libesa implementó WMSTek de binaria, acerca de lo cual Rodrigo González menciona:

"Ahora contamos con procesos automáticos, trazables; y eso se traduce en una mejora en el servicio entregado a un costo razonable"

"Ahora contamos con dos controles de inventarios al año -uno de ellos auditado-, además de dos procesos de barrido durante el ejercicio, lo que permite actualizar y mantener el orden de lo que se tiene, para así mantener alineados los registros de WMSTek con los del ERP". [Revista: Negocios locales, artículo Gestión de inventario, Agosto 2009]

Por otra parte la empresa IKEA S.A es una multinacional sueca en funcionamiento desde 1958, dedicada a la fabricación y venta de muebles. Se caracteriza por tener grandes almacenes para mantener altos niveles de inventario, esto implica una alta inversión en capital inmovilizado.

Mediante la utilización de robot se ha logrado disminuir los costos de almacenamiento, aumentar la capacidad de almacenamiento y reducir los costos de mano de obra relacionadas a la gestión de inventario. También la utilización de paquetes planos para

embalaje ha permitido una reducción de costo de almacenamiento y de costos de transporte, ya que el cliente tiene la oportunidad de llevarse el producto el mismo día, por sí mismo.

Mantener un alto nivel de inventario le ha permitido reducir los costos por falta de stock y ofrecer sus productos a precios competitivos, aprovechando las economías de escala y manteniendo un alto nivel de servicio.

En ambas empresas la implementación de tecnologías ha sido de gran ayuda para aumentar la eficiencia de los procesos, aunque al principio requieren una gran inversión inicial, en el corto plazo se traducen en tener una empresa más competitiva, acortando los tiempos y mejorando los procesos. [buendato.com, “ikea ¿cómo lo hacen?”]

4.2 DESARROLLO DEL CONCEPTO DE INVENTARIO

En la década del 70, época en que las rentabilidades eran altas y se manejaban altos volúmenes de inventario. No se utilizaban modelos y el manejo era empírico. El paradigma era mantener un inventario tal que ningún producto en bodega se agotara, para mantener un nivel de servicio de 100%. [administracionmoderna.com, “Métodos de evaluación de inventarios”, 2012]

En la década de los 80, surge el concepto de rotación de inventario con el fin de determinar el tiempo que los productos permanecen en bodega, desde su ingreso hasta su venta. Con esto se buscaba tener “cero inventario”, es decir, que el producto permaneciera el menor tiempo posible en bodega. [administracionmoderna.com, “Métodos de evaluación de inventarios”, 2012]

En la década de los 90, surge el problema de exceso de inventario. Esto ocurre debido a la disminución de la inflación, por lo que se compró materia prima innecesaria que se tradujo en una mayor producción, que no fue acompañada de un aumento en las ventas. [administracionmoderna.com, “Métodos de evaluación de inventarios”, 2012]

Hoy en día, se ha vuelto indispensable para las empresas contar con modelos de pronósticos de demanda y modelos de gestión de inventario con el fin de disminuir los costos de inventario y aumentar la liquidez. [administracionmoderna.com, “Métodos de evaluación de inventarios”, 2012]

4.3 GESTIÓN DE INVENTARIO

“Serie de políticas y controles que monitorean los niveles de inventario y determinan los niveles que se deben mantener, el momento en que las existencias se deben reponer y el tamaño que deben tener los pedidos”. [F.I.A.E.P, 2014, sitio web: DOCPLAYER]

En COVISA, durante los últimos años se ha generado una disminución considerable en las utilidades, llegando a percibir utilidades negativas. Esta situación ha obligado a cambios y a una mejor gestión, entre las cuales, una gestión de inventario que permita mantener niveles de stock adecuados. Determinar la cantidad de stock para los más de 1000 conductores en bodega

no ha sido tarea sencilla, no tan solo debido a la variedad de conductores, sino también por la variabilidad en las ventas de cada uno año a año.

“La gestión de los inventarios debe trabajar sobre cuatro variables para establecer el “momento” y la “cantidad” que debes comprar: el stock máximo, el stock de seguridad, el punto de pedido y el lote económico”. [Buenas noticias, 2013]

4.4 EXCESO DE INVENTARIO

Según Víctor Felipe, profesional con más de 20 años de experiencia en el sector de la logística, “*el exceso de inventario es uno de los problemas más comunes en empresas que almacenan stock para la venta*”. Entendiendo por exceso de inventario, “acumulación no deseada, también conocida como sobre stock”. (Artículo: Demand Planning, inventario & almacén, 2015)

“El exceso de inventario ocupa espacio valioso, es caro de mantener y puede dañarse o transformarse en obsoleto, mientras que el caso contrario (un inventario insuficiente) puede provocar pérdida de ventas y clientes infelices”. (Revista: Negocios globales, 2008)

4.5 SISTEMA PUSH Y SISTEMA PULL

El sistema push consiste en producir sin tener en cuenta la demanda real, sino que la demanda pronosticada, lo cual tiene consecuencias debido a que hay momentos en que los inventarios están agotados, y en otros casos saturados. [ingenieriaindustrialonline.com, “esquemas de comercialización”]

El sistema pull, en cambio, considera la demanda real, es decir, “se inician con el pedido del cliente, sin embargo, conocer la demanda en tiempo real y flexibilizar la cadena para responder a sus necesidades, resulta complejo”. [ingenieriaindustrialonline.com, “esquemas de comercialización”]

Típicamente las empresas utilizan una mezcla de estos dos sistemas, siendo Dell computers un excelente ejemplo del impacto en la estrategia push pull. [ingenieriaindustrialonline.com, “esquemas de comercialización”]

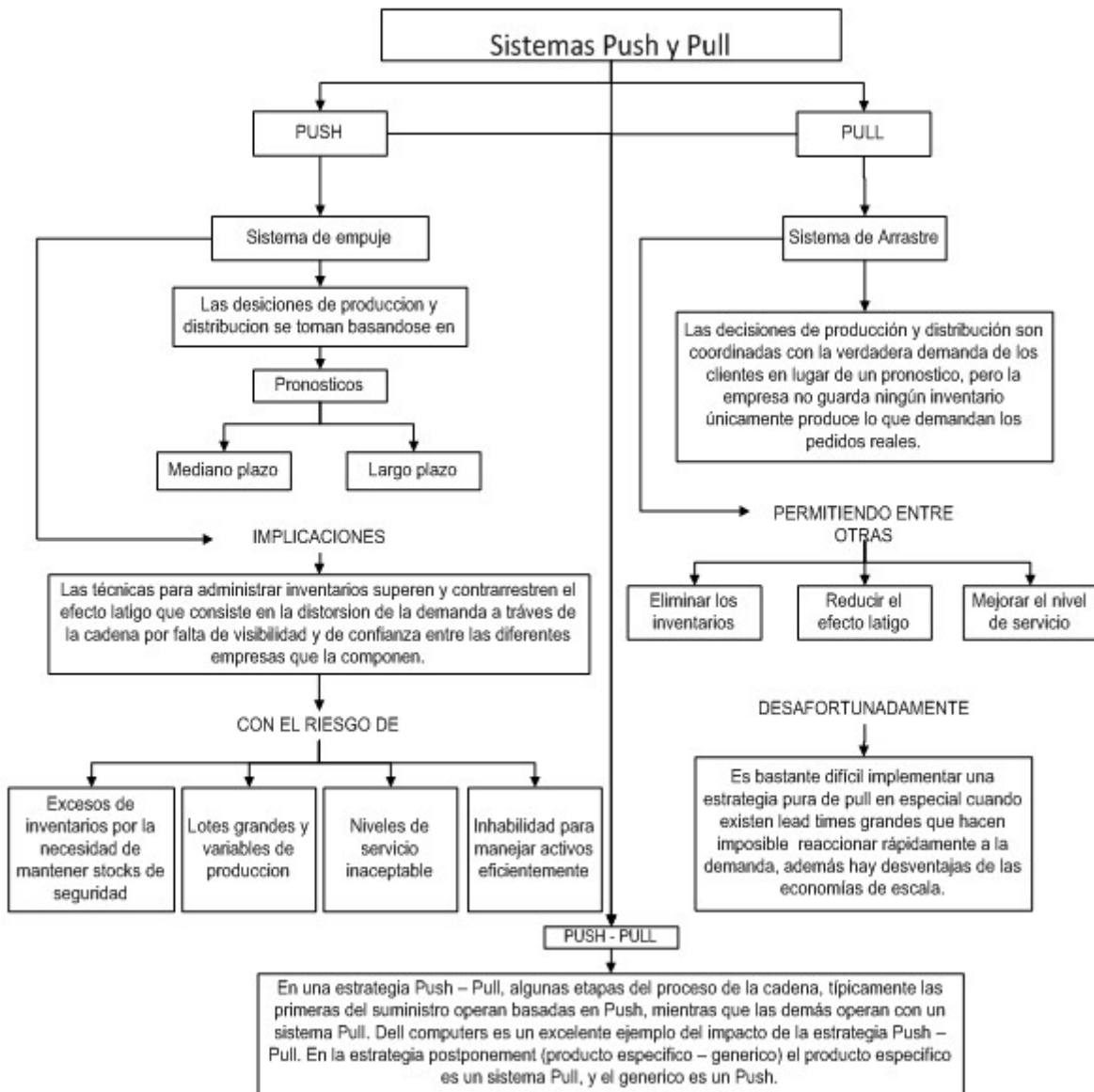


Figura 4 - Comparación sistema push y pull. Desarrollo conceptual de la logística en Colombia. Bryan Antonio Salazar López

4.6 EXISTENCIAS DE SEGURIDAD, STOCK DE SEGURIDAD O STOCK MÍNIMO

Marco Javier Moya Navarro, ingeniero y profesor en investigación de operaciones, lo define como “cantidad de inventario que es conveniente almacenar debido a situaciones imprevistas, tales como un atraso en las entregas de las órdenes colocadas, o una demora en el inicio de la producción, o bien por una demanda más grande de la prevista” [Control de inventarios y teoría de colas, investigación de operaciones]

En COVISA se hace necesario calcular el stock de seguridad para aquellos conductores con alta rotación y ventas, con el fin de determinar la cantidad de inventario a almacenar, evitando que se produzcan quiebres de stock.

Entenderemos por alta rotación a los productos cuyos inventarios rotan dos veces al año, y por ventas considerables, a conductores cuyas ventas representen por sobre el 0,1% de las ventas totales, en el período 2012-2016.

4.7 STOCK MÁXIMO

Eva Baena, Profesora de Economía del IES Álvarez Cubero de Priego de Córdoba, lo define como “La cantidad mayor de existencias de un material que se puede mantener en el almacén, en relación con los abundantes costes de almacén que se debe soportar”. [aprendeconomia.com, “La gestión de inventarios”, 2013].

En nuestro caso entenderemos este concepto como la cantidad máxima de toneladas de conductor que es posible almacenar, considerando costos de almacenamiento y capacidad disponible.

4.8 ROTACIÓN DE INVENTARIO

“Es la cantidad de veces que el inventario debe ser reemplazado durante un determinado período de tiempo, generalmente un año. Uno de los indicadores más comúnmente utilizados en la gestión de inventarios, ya que refleja la eficacia general de la cadena de suministro, desde el proveedor hasta el cliente”. [Lokad.com]

Se recomienda usar el costo de ventas, al no tenerlo disponible, se usará la cantidad de ventas en toneladas de conductor.

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Inventario promedio}}$$

Para determinar la cantidad de días de las que se dispone de un producto, se debe dividir el índice de rotación en 365 (cantidad de días en un año).

4.9 DEMANDA

Se define como la cantidad de producto vendido en un determinado período más las ventas perdidas por falta de stock. Desde un enfoque de operaciones, existen los siguientes tipos de demanda:

Demanda probabilística: Demanda de un artículo que está sujeta a una cantidad significativa de variabilidad.

Demanda determinística: Demanda de un artículo que se conoce con certeza.

Demanda estática: Demanda constante en un período determinado.

Demanda Dinámica: Demanda variable en un período determinado.

Demanda dependiente: Demanda que depende de la venta de otros bienes.

Demanda independiente: Demanda que no depende de la venta de otros bienes.

[Mathur,Kamlesh.Solow,Daniel."Investigación de operaciones: el arte de la toma de decisiones", Prentice Hall,1996.]

[Arbones,Eduardo."Optimización Industrial (II): programación de recursos", Productica, 1989.]

4.10 METODOLOGÍA ABC

Metodología que permite clasificar a los productos almacenados en bodega, según las cantidades vendidas en toneladas de cada conductor. Así se destina la mayor parte de los recursos a aquellos productos que representan la mayor parte de las ventas.

En este método encontramos tres tipos de productos:

- 1) Productos tipo A: Representan alrededor del 80% de las ventas
- 2) Productos tipo B: Representan alrededor del 15% de las ventas
- 3) Productos tipo C: Representan alrededor del 5% de las ventas, y se caracterizan por no tener mayor impacto si se dejasen de vender. [lokad.com, "Análisis ABC", 2012]

La teoría nos dice que los productos tipo A representan apenas el 20% de la gran variedad de productos que podrían almacenarse en una empresa, los productos tipo B un 30% y los productos tipo C un 50%. [lokad.com, "Análisis ABC", 2012]

4.11 PUNTO DE REORDEN O PUNTO DE PEDIDO

Eva Baena, Profesora de Economía del IES Álvarez Cubero de Priego de Córdoba, lo define como "*Nivel de existencias en el cual se ha de realizar el pedido para reaprovisionar el almacén. Cuando se realiza el pedido se ha de tener en cuenta el tiempo que el proveedor tarda en servirlo, para no quedar por debajo del stock de seguridad*". [aprendeconomia.com, "La gestión de inventarios, 2011].

En nuestro caso, entenderemos como punto de reorden, a la cantidad de toneladas de un conductor en inventario que indique la necesidad de realizar un pedido a producción y evitar así, posibles quiebres de stock.

4.12 CAPACIDAD DE LA BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

Se diferencia entre capacidad total, capacidad útil y capacidad real.

Capacidad total: Volumen de bodega si se pudiera almacenar en cada m^3 de su interior.

Capacidad útil: Volumen de bodega donde es factible almacenar producto, esta capacidad varía en función de los carretes utilizados y de la cantidad de cada conductor almacenada.

Capacidad utilizada: Volumen de bodega utilizado actualmente. Puede aunque no debe, ser mayor a la capacidad útil.

4.13 SISTEMAS DE REVISIÓN DE STOCK

Continuo: La revisión es realizada cada vez que se recepciona o vende un producto. Este sistema de revisión es útil cuando se trata de productos de alta rotación, los cuales siempre deben tener stock. [robertomiloan.blogspot.cl, "Sistema de revisión continua", 2006]

Periódico: La revisión es realizada un número determinado de veces en el tiempo definido. Es útil este sistema de revisión cuando se trata de productos de baja rotación, ya que su venta no tiene un gran impacto en las utilidades. [robertomiloan.blogspot.cl, "Sistema de revisión periódica", 2006]

4.14 MÉTODOS DE PRONOSTICOS

Un método de pronóstico es el modo de estimar la demanda futura para un determinado periodo de tiempo, lo cual permite elaborar la proyección de ventas para finalmente planificar la producción, compras de materias primas y demás presupuestos. [Crecenegocios.com; artículo "Cómo hacer el pronóstico de la demanda"]

Se recomienda pronosticar con un enfoque multifuncional, es decir, que considere tanto las entradas de ventas como ventas perdidas. [Revista: Negocios Globales; artículo "Inteligencia y gestión de inventario"]

Existen diversos métodos de pronóstico, los cuales van asociados a diferentes usos. Para escoger el método más adecuado se debe considerar el tipo de datos que se utilizan, y los distintos errores al pronosticar.

Las series de tiempo poseen cinco componentes los cuales son:

- a) Tendencia: Representa el crecimiento o decrecimiento del comportamiento predominante de los datos en el largo plazo. Las fuerzas que afectan y explican este componente son factores externos como inflación, crecimiento o cambios en la población (ingresos, salud,

educación), cambio en la tecnología, cambios en la productividad, ciclo de vida del producto, entre otros.

- b) Estacionalidad: Patrón de cambio más o menos estable y que se repite cada determinado periodo de tiempo (corto plazo). Las fuerzas que afectan y explican este componente pueden ser las estaciones del año, festividades, periodos vacacionales, entre otros.
- c) Ciclo: Se caracteriza por ser oscilaciones alrededor de la tendencia, sin factores claros (intervalos y amplitudes distintas).
- d) Factor Aleatorio: Explica la variabilidad aleatoria de la serie (movimientos sin un patrón específico), se debe a sucesos imprevisibles y no recurrentes, algunos fácilmente identificables como huelgas, desastres naturales y otros no tanto como rumores.
- e) Nivel: Constante. Se considera una medida local de tendencia central.

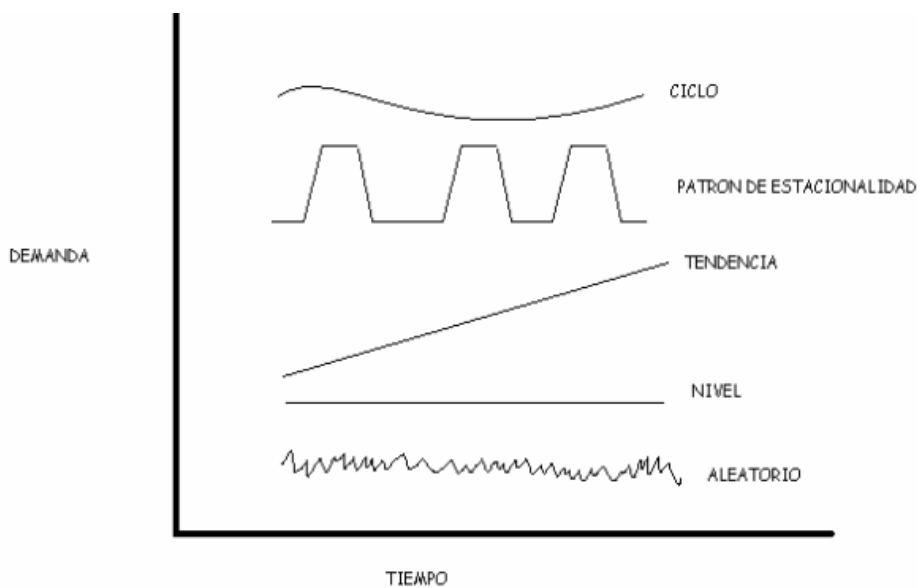


Figura 5 – Componentes de una serie de tiempo. Fuente: Ilustración de componentes de una serie de tiempo. Recuperado de: <https://u-cursos.cl>

4.14.1 Modelo de regresión lineal: “Método estadístico que permite predecir el comportamiento de una dependiente con respecto a una independiente”. [exclfreeblog.com, “Pronóstico a través de una regresión lineal”]

Para aplicar este método los datos deben tener una tendencia lineal, creciente o decreciente, para lo cual se debe considerar que el coeficiente de correlación sea lo más cercano a “uno” posible. Esto indica que los datos históricos están cercanos a la recta de pronóstico.

$$Y_t = B_0 + B_1 \times X_t$$

Donde

El coeficiente B_1 es la pendiente de la recta

El coeficiente B_0 es el punto en el que la recta corta al eje vertical

4.14.2 Modelo media móvil simple: Este método se utiliza cuando se necesita dar más relevancia a los datos históricos más recientes, considerando que la importancia de cada dato utilizado para el cálculo de dicho pronóstico es el mismo.

Cada punto de una media móvil de una serie temporal es la media aritmética de un número de puntos consecutivos de la serie, donde el número de puntos es elegido de tal manera que los efectos estacionales y/o irregulares sean eliminados [ingenieriaindustrialonline.com, “Promedio móvil”]

$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Donde

\hat{X}_t es el promedio de los datos

Σ es la sumatoria de datos

X_{t-1} son los datos reales en unidades de los periodos anteriores a t

n es el número de datos

4.14.3 Modelo media móvil ponderado: *“Este método es una variación del media móvil simple debido a que otorga más relevancia a los datos históricos más recientes con la salvedad de que la importancia de cada dato que compone dicho promedio es distinto y cuya suma ponderada debe ser igual a 100%”.* [ingenieriaindustrialonline.com, “Promedio móvil ponderado”]

$$\hat{X}_t = \sum_{t=1}^n C_i * X_{t-1}$$

\hat{X}_t es el promedio de datos

Σ es la sumatoria de datos

C_i es el factor de ponderación

X_{t-1} son los datos reales en unidades de los periodos anteriores a t

n es el número de datos

4.14.4 Método suavización exponencial simple: Es un método proveniente del modelamiento de series de tiempo, es de corto plazo y en muchas ocasiones no es posible captar patrones de cambio. Para su cálculo requiere de una constante de suavizamiento que se denomina α

$$A_t = \alpha D_t + (1 - \alpha)A_{t-1} \quad 0 < \alpha < 1$$

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

4.14.5 Método suavización exponencial doble (método de Holt): Al igual que el método de regresión lineal, éste método requiere que los datos tengan una tendencia lineal, ya sea creciente o decreciente y a diferencia del método de suavización simple, necesita dos constantes para su cálculo (α y β) y ambos deben estar entre “cero” y “uno”, en donde:

α : Suaviza el valor de la serie

β : Suaviza la tendencia

Aunque las constantes de suavizamiento pueden ser las mismas, se recomienda $\beta \leq \alpha$

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

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

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

A_t es el promedio suavizado exponencialmente

T_t es el promedio suavizado exponencialmente de la tendencia en el periodo t

F_{t+1} es el pronóstico para el periodo t + 1

[Cartilla módulo de Universidad del politécnico gran colombiano]

4.14.6 Método de descomposición multiplicativo: Descompone el comportamiento de una serie de tiempo en tendencia, estacionalidad y ciclo. [gestiondeoperaciones.net, “Método de descomposición aplicado para un pronóstico de demanda”]

$$S_t = T_t * Y * C + \mu$$

Donde

S_t es el valor pronosticado

T_t es el factor de tendencia

Y es el componente estacional

C es el componente cíclico

μ es la variación no sistemática

4.15 ERRORES DE PRONOSTICO

4.15.1 Desviación absoluta media (MAD): *“Mide la dispersión del error de cada pronóstico, es decir, la medición del tamaño del error en las mismas unidades de la serie original”.* [<http://ingenioempresa.com>, “Medición del error en pronósticos de demanda”]

$$MAD = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

4.15.2 Error cuadrático de la media (MSE): *“Al igual que el MAD, mide la dispersión del error de pronóstico, sin embargo esta medida maximiza el error al elevar al cuadrado, castigando aquellos periodos donde la diferencia fue más alta en comparación de otros”.* [<http://ingenioempresa.com>, “Medición del error en pronósticos de demanda”]

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}$$

4.15.3 Desviación de la raíz cuadrada media (RMSE): *“Es la raíz del error EMC, se utiliza para comparar la precisión de diferentes métodos de pronóstico. La diferencia con el error anterior es que el resultado está en las unidades originales de la información histórica”.* [Artículo “Cómo medir la precisión de un pronóstico”, material educativo, <http://celogis.com>]

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n}}$$

4.15.4 Error porcentual absoluto medio (MAPE): *“Entrega la desviación en términos porcentuales y no en unidades como las medidas anteriores”.* [<http://ingenioempresa.com>, “Medición del error en pronósticos de demanda”]

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |PE_i|}{n}$$

4.15.5 Error porcentual medio (PME): Se utiliza para determinar si un pronóstico está sesgado, se recomienda que el error sea cercano a cero, lo cual indica que no está sesgado.

$$PME = \frac{\sum_{i=1}^n PE_i}{n}$$

4.16 RELACIÓN NIVEL DE INVENTARIO Y NIVEL DE SERVICIO

Por nivel de inventario se entenderá la cantidad de producto terminado disponible para la venta y por nivel de servicio como la “*probabilidad de poder satisfacer la demanda de los clientes sin enfrentarse a pedidos pendientes o a una venta perdida*”. [lokad.com, “Definición de nivel de servicio”, 2014]

$$\text{Nivel de servicio}(\%) = \frac{\text{Ventas}}{\text{Demanda}} \times 100$$

[MacGraw-Hill, “Gestión de stock y almacén”, Capítulo 10,]]

4.17 IMPORTANCIA DE LA POLÍTICA DE INVENTARIO

Toda empresa requiere de una política para el manejo de los inventarios con el fin de mantener un nivel razonable de inversión en inventario. La empresa debe fijar una política que permita satisfacer la demanda y por otro lado, que los costos e inversión no sean excesivos. La política de inventario debe ajustarse a la realidad de cada empresa. [gestiopolis.com, “administración de inventarios”]

5 PROPUESTA METODOLÓGICA

Se realizó un estudio de las áreas relacionadas a inventario para tener una visión general de la información disponible y procedimientos actuales:

- 1) Planificación: Mediante reuniones con el Jefe de Planificación se comprendió el funcionamiento del modelo de planificación de la producción vigente, y método para pronosticar la demanda de cada producto.
La finalidad es identificar las falencias del modelo y proponer mejoras.
- 2) Ventas: Se solicitó al Jefe de ventas las planillas de datos de ventas del período 2012-2016 para identificar las variaciones en las ventas y realizar un análisis de los conductores de forma individual y por categorías.
- 3) Producción: Se solicitó al Jefe de Producción planilla de datos de producción del periodo 2012-2016 para determinar los conductores que se han fabricado y sus variaciones en el tiempo.
- 4) Bodega: Se solicitó al Jefe de Logística las dimensiones de la bodega y capacidad de almacenamiento, lo cual no fue entregado debido a la carencia de la existencia de dicha información. También se solicitó la planilla de Entradas a Bodega para su posterior análisis.
- 5) Inventario: Se solicitó al Jefe de Logística los índices de rotación de inventario y la planilla de inventario del periodo 2012 a 2016. De estas dos solicitudes sólo se obtuvo la planilla de inventario pues se desconocían los índices de rotación.

Con los datos disponibles entre los años 2012 y 2016 en las áreas descritas anteriormente se procedió de la siguiente forma:

1° Con la planilla de ventas se desea obtener un análisis ABC que permita identificar los cables con mayor demanda y compararlos con la plantilla de entradas a bodega desde producción, para poder determinar si los recursos efectivamente se están utilizando en fabricar los conductores de alta rotación.

El análisis ABC se realizó en base a toneladas y kilómetros.

Para realizar el análisis ABC en base a kilómetros se requirió transformar los kilos vendidos de cable desnudo a kilómetros, para lo cual se utilizaron los valores de las tablas de conversión según calibre o sección indicadas en la NCh360 para conductores sólidos o trenzados.

2° Con los resultados obtenidos del análisis ABC, se pronosticó la demanda individual de los conductores más vendidos y sus respectivos índices de rotación. Dichos conductores representan un 70% del total.

3° Con la planilla de producción se identificó aquellos conductores que se han dejado de producir debido a una disminución en sus ventas o a una demanda nula, pero que aun así se encuentran almacenados en bodega por falta de políticas de inventario o falencias en el modelo de planificación de la producción vigente. También se identificó aquellos que se producen con mayor frecuencia y sus cantidades para luego comparar y analizar dicha producción con las ventas.

4° Se realizó un registro del inventario actual en bodega que consideró el tipo de conductor, peso, metraje y fecha de entrada a bodega, para conocer la antigüedad de los productos terminados y contrastar éstos datos con el análisis de los productos en la planilla de producción y ventas.

5° Se realizaron mediciones de las dimensiones de la bodega para determinar su capacidad total, real y útil de almacenamiento. Además se observó y registró su distribución. Junto a esto se realizó un análisis ABC en base a inventario en kilómetros y toneladas.

6° Se evaluaron diversos métodos de pronóstico de series de tiempo para los conductores mencionados en el punto 2°. Luego se comparó el método que entrego mejores resultados con el método actualmente utilizado por la empresa.

7° En base a todos los resultados y análisis realizados se creó un modelo de planificación y gestión de inventario que considera el inventario actual, stock de seguridad, nivel de servicio, rendimiento de las máquinas, políticas y distribución de inventario, índices de rotación, históricos y otros para disminuir el capital inmovilizado de la empresa, costos hundidos y aprovechar de mejor forma los recursos disponibles.

8° Se evaluaron los costos y beneficios del proyecto para determinar su rentabilidad

6 SITUACIÓN ACTUAL

6.1 Demanda

COVISA tiene una demanda probabilística dinámica independiente. Es probabilística, porque la demanda es incierta, por lo tanto se requieren de modelos de pronósticos para determinar las cantidades a producir. Es dinámica, debido a que la demanda es variable en cada período y es independiente, porque la demanda de un conductor no depende de la demanda de los demás conductores.

6.1.2 Pronósticos de demanda

Actualmente el área de planificación determina la cantidad a producir de cada conductor en base a las ventas generadas los últimos 12 meses. Se calcula el promedio de venta de cada conductor y se asume que este promedio será constante los 3 meses siguientes, a esto debe restarse el stock del conductor.

Para su cálculo se utiliza un modelo de planificación que también considera variables como la eficiencia de las máquinas (60%), número de meses con inventario de seguridad, horas-hombre necesarias para dicha producción, máquinas a utilizar, etc.

6.2 Producción

COVISA produce 968 variedades de cables, los cuales se dividen en 5 categorías que son Domiciliarios, Desnudos, Fuerza y Distribución, Cordones Flexibles y Control-Instrumentación.

Los conductores fabricados en COVISA están constituidos en un 75% por cobre y un 25% por aislación la cuál puede estar compuesta por PE, PVC, TPE o XLPE, y se ofrecen del tipo rígidos (RV), flexibles (COVIFLEX), desnudos o aislados y también NOTOX.

6.2.1 Tiempos de Producción

Los tiempos de producción varían en función del calibre del conductor y de la cantidad de procesos necesarios para su conformación. Mientras mayor sea el calibre del conductor o la cantidad de procesos necesarios, entonces mayor será el tiempo de producción. El tiempo de entrega promedio es de 3 días y medio para rangos normales de producción. Dicho rango depende del conductor a fabricar.

6.3 INVENTARIO

6.3.1 Antigüedad del inventario

COVISA no conoce con certeza la antigüedad de los productos en bodega y tampoco dispone de políticas que establezcan un tiempo máximo de permanencia de dichos productos, por lo cual en Diciembre del año 2016, se realizó un registro de los productos en bodega cuyo principal objetivo es determinar su antigüedad y su tipo de embalaje (rollo o carrete).

Criterios considerados en el registro y análisis:

- 1) Se consideró producto terminado con más de un año de almacenamiento.
- 2) Para la obtención de indicadores estadísticos se utilizó la herramienta de análisis de datos de Excel. Los valores se encuentran en meses.

Resultados obtenidos

INDICADOR ESTADISTICO	TIPO DE EMBALAJE	
	Carretes	Pallet de rollos
Media	46,18	24,38
Error típico de la Media	2,22	1,79
Mediana	42	21
Moda	90	15
Desviación estándar	22,13	13,00
Varianza de la muestra	489,54	168,93
Rango	86	60
Mínimo	12	12
Máximo	98	72
Cuenta	99	53

Tabla 3 - Resultados registro inventario bodega. Elaboración propia

Interpretación de valores obtenidos:

- 1) Media: Indica el tiempo promedio de almacenamiento.
Resultados: En carretes hay un tiempo de almacenamiento mayor que en pallet de rollos, lo que se traduce en mayores costos de almacenamiento. Carretes permanecen en promedio casi 4 años en bodega, mientras que los pallet de rollos, 2 años.
- 2) Moda: Indica el tiempo en meses con mayor frecuencia que permanece un producto en bodega.
Resultados: En carretes la moda es 90 meses (7 años y medio), estos carretes son unos de los que han permanecido mayor tiempo en bodega. En pallet de rollos la moda es 15 meses (1 año y medio), bastante menor.
- 3) Desviación estándar: Indica la variabilidad de los datos con respecto a la media.
Resultados: En carretes es de 22 meses (casi 2 años), es decir, entre 2 y 6 años se registra la mayor parte de los datos. En pallet de rollos es de 13 meses, es decir, entre 1 y 3 años se registra la mayor parte de los datos.
- 4) Rango: Intervalo entre valor máximo y mínimo.
Resultados: En carretes es de 86 meses y en pallet de rollos es de 72 meses. Lo que indica que hay carretes con mayor tiempo en bodega que pallet de rollos.

- 5) Cuenta: Indica la cantidad de pallets o rollos registrados
Resultados: La cantidad de rollos por pallets dependerá del tipo de conductor

Análisis General del registro de datos:

- Muestra: Se registraron 111 tipos de conductores distribuidos en 152 registros de los cuales 53 son pallets de rollos y 99 son carretes sumando estos últimos un total de 627 km de conductor.

De los 99 registros de carretes, 32 son del tipo “G”, que son los más grandes que maneja la empresa debido al tamaño y resistencia de los montacargas que utiliza.

- Datos obtenidos: Se rescataron datos como el tipo de conductor, metraje, tipo de carrete y fecha de ingreso a bodega.

Resultados:

1) Por fecha de ingreso

En base a metros: El 51% de los metros de conductor tiene fecha de ingreso año 2015 y un 77% tiene fecha posterior a enero-2014.

En base a tipo embalaje: Apenas el 28% tiene fecha de ingreso año 2015 y un 52% tiene fecha posterior a Enero-2014. Por lo que podemos decir que el almacenamiento ha variado a carretes de mayor metraje, lo que implica un uso más eficiente del espacio en bodega, debido a que aumenta la capacidad útil.

2) Por antigüedad:

El carrete de mayor antigüedad tiene 8 años de antigüedad pues data de octubre 2008.

3) Por metros:

El conductor que registra mayor metraje es el cable Notox XCS 1,5 mm² negro con 17.145 metros, de las cuales 16.000 ingresaron el año 2009 y 1145 ingresaron el año 2012, estas últimas no eran necesarias de fabricar.

4) Por rotación:

El conductor H07V-U 1,5 mm² negro es uno de los más demandados y tiene una rotación de inventario de 70 días, a pesar de esto se encuentran rollos en bodega con fecha de diciembre 2013. El motivo de esto puede deberse a un exceso fabricación cercana a la fecha o a venta de rollos con fecha de ingreso más recientes.

Con la rotación de inventario previamente calculada de años 2013-2014-2015, se puede confirmar que los conductores que han permanecido mayor tiempo en bodega son los que poseen una menor rotación de inventario y no hay indicios de que estos aumenten. En su mayoría son

conductores que pertenecen a la categoría de fuerza y distribución, los cuales se caracterizan por ser muy variados y almacenados en carretes de grandes dimensiones. Estos conductores son los que a la fecha han saturado la bodega y por esto se han extendido las zonas habilitadas de almacenamiento llegando a utilizar hasta los pasillos.

5) Por demanda y ventas:

Hoy en día prácticamente no se almacenan conductores desnudos, debido a la baja considerable en la demanda. La rotación de un conductor puede ser muy variable de un año a otro, debido principalmente a las variaciones de la demanda.

De los 111 conductores, apenas 8 han tenido un aumento en ventas los últimos dos años, entre los que destacan los conductores THHN de calibres 6AWG, 8AWG, 14 AWG y 350 MCM.

6.3.2 Inventario actual en toneladas de cobre

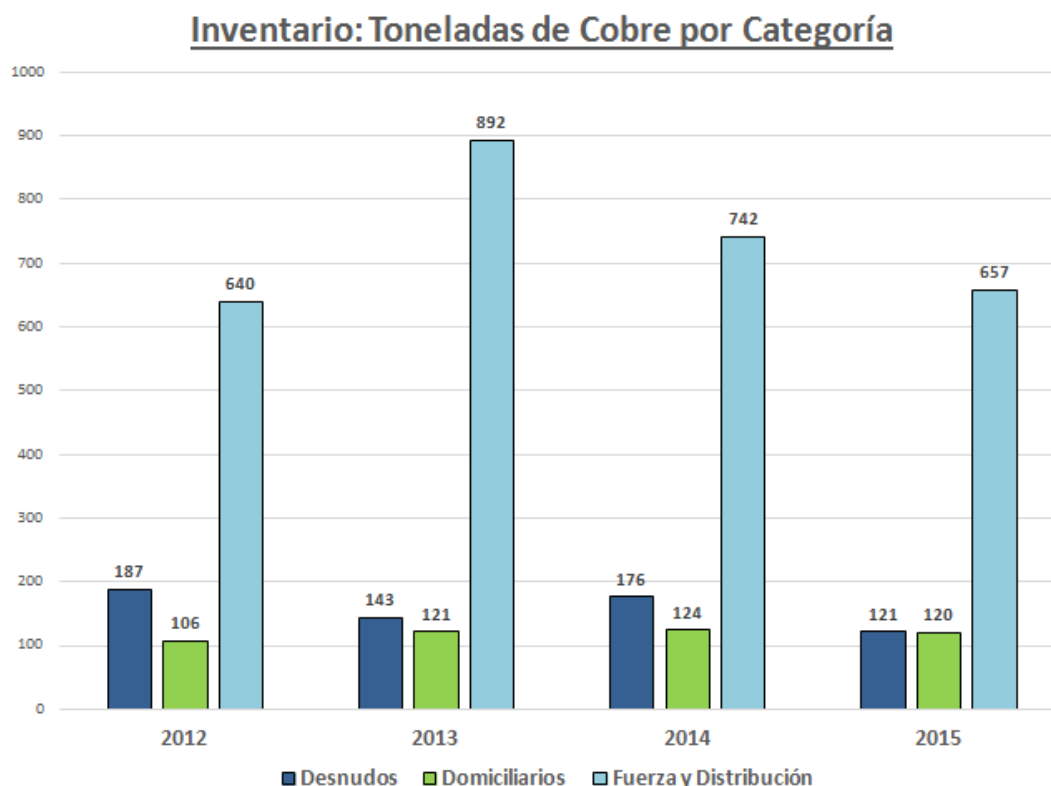


Figura 6 – Gráfico de evolución de inventario en toneladas por categoría. Elaboración propia

6.3.3 Sistema actual de inventarios en la empresa

6.3.3.1 Evolución de la gestión de inventario en la empresa

Desde la década de los 70 hasta mediados de los 90, COVISA tenía alta demanda, se vendía en grandes cantidades y existía poca competencia, en consecuencia se manejaban altos volúmenes de inventario, para mantener un nivel de servicio cercano al 100%. La empresa no utilizaba modelos ni sistemas para controlar la eficiencia de los procesos o similares, sino que se producía sin un mayor control de los costos y de los tiempos.

A medida que transcurrieron los años, ya en la época del 2.000, COVISA comenzó a experimentar una disminución en sus ventas debido al surgimiento e ingreso de nuevos competidores nacionales e internacionales al mercado. Dicho escenario repercutió en que COVISA necesitó centrar su atención en la eficiencia y eficacia de los procesos, utilización de espacios, capacidad de almacenamiento, entre otros, para aprovechar al máximo los recursos disponibles. Dichos factores llevaron a la empresa a implementar los siguientes sistemas:

- 1) **Sistema de Batch:** Aplicación utilizada para controlar las velocidades de producción y tiempos estándar utilizados para fabricar cada conductor.
- 2) **Sistema Producc:** Aplicación mejorada de la Batch que incorpora registros como la cantidad de materia prima utilizada en cada conductor, inventarios, entre otros.
- 3) **Sistema AS400:** Sistema implementado a mediados del año 2016 para mejorar las aplicaciones Batch y Producc, en donde se simplifican los códigos de los conductores pasando de tener 11 caracteres a 8.
- 4) **Modelo de Planificación de la producción:** Primer modelo en Excel creado por colaboradores de la empresa con el cual se pretende producir lo que realmente se va a vender, disminuyendo así el producto terminado inmovilizado por años en bodega.
- 5) **Graphic Operation Terminal GOT1000:** Pantalla digital de supervisión de velocidades y puesta en marcha de maquinarias en producción. [Ver anexo 6]

6.3.4 Sistemas de revisión de stock

COVISA utiliza los dos tipos de revisión de stock, siendo continuo cuando realiza el conteo físico cada 3 meses y periódico aquel que realiza por computadora.

6.3.5 Sistemas de control

La empresa utiliza un sistema CARDEX. Cada carrete o bobina posee una tarjeta de identificación que indica tipo de conductor, calibre, metraje y fecha de ingreso a bodega. [Ver anexo 7]

Cuando el cliente requiere 2.000 metros y solo se tiene disponible un carrete de 5.000 metros, entonces este carrete es transportado a la zona de corte y al finalizar, se crea una nueva tarjeta que indica el nuevo metraje.

En apoyo al sistema previamente descrito, se implementó un sistema computarizado en la zona de corte donde se registra los metros destinados a despacho que fueron cortados y se conoce el saldo en metros disponible para venta.

6.3.6 Costos de almacenaje

La empresa desconoce el costo de mantener un producto terminado en bodega

6.3.7 Desde un sistema push a un sistema pull

Desde el comienzo hasta finales de 2015, COVISA se ha basado en un sistema push. Esto significa que ha producido lo que el modelo de planificación le ha indicado (modelo que considera pronóstico de la demanda), para mantener un nivel de inventario de máximo 3 meses. Debido a la gran variedad de conductores y a la alta variación de demanda, se tiene exceso de producto terminado en bodega.

La teoría de este sistema dice que se tiene el riesgo de un nivel de servicio inaceptable, excesos de inventarios y la imposibilidad de manejar los activos eficientemente. [ingenieríaindustrialonline.com. "Esquemas de comercialización]

Durante el año 2015 a la fecha, se han dejado de producir algunos conductores. Junto a esto, existen conductores que solo se producen a pedido del cliente, debido a la baja rotación de inventario que estos poseen.

Se sabe por teoría que un sistema pull podría generar pérdida de clientes por incapacidad de la empresa de producir un conductor en un tiempo determinado. Lamentablemente la empresa no cuenta con registro de ventas perdidas, pero estas comenzaron a registrarse desde 2017.

El sistema a implementar depende del conductor a producir. Si el tiempo de producción de un conductor excede el tiempo que está dispuesto el cliente a esperar, entonces el sistema push será conveniente. Por otro lado si el departamento de producción tiene la capacidad de cumplir con la orden en el tiempo determinado por el cliente, entonces el sistema pull será conveniente. Los tiempos que se manejan cada vez son menores, en COVISA son de alrededor de 3 días corridos.

6.4 Bodega

6.4.1 Superficie Bodega Viña Del Mar

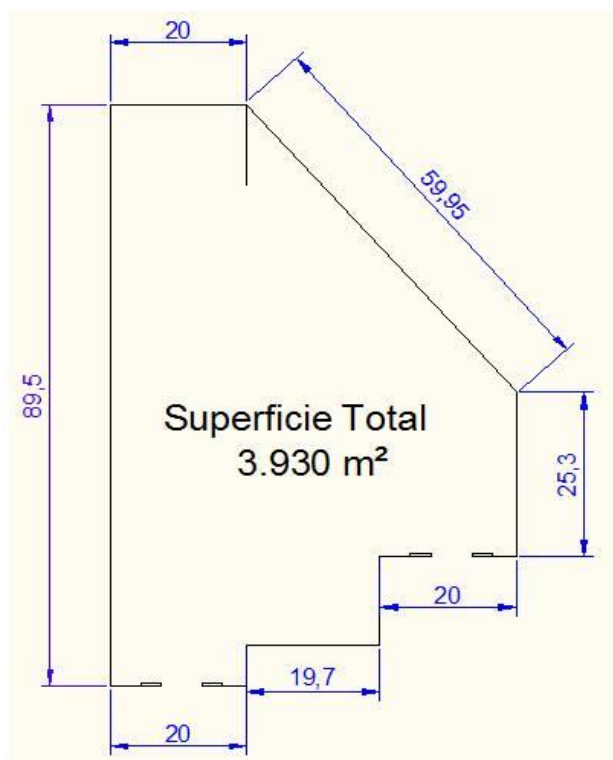


Figura 7 – Dimensiones y superficie bodega Viña del Mar. Elaboración propia

6.4.1.1 Distribución de la Bodega

La superficie total actual de la bodega en Viña del Mar es de 3.930 m^2 , los cuales se distribuyen de la siguiente forma:

- Superficie útil: 1.154 m^2
- Capacidad útil: 4.326 m^3
- Máquina Extrusora 90 Tecnocable: $89,3 \text{ m}^2$
- Oficina: $7,59 \text{ m}^2$
- Pesas de Piso: 11.25 m^2
- Desplazamiento personal y montacargas: 2.361 m^2
- Preparación carretes a zona de corte: $164,67 \text{ m}^2$
- Área carretes en zona de corte: $44,85$
- Cortadora Despacho: $56,58 \text{ m}^2$
- Oficina despacho y producto terminado listo para venta: $40,71 \text{ m}^2$

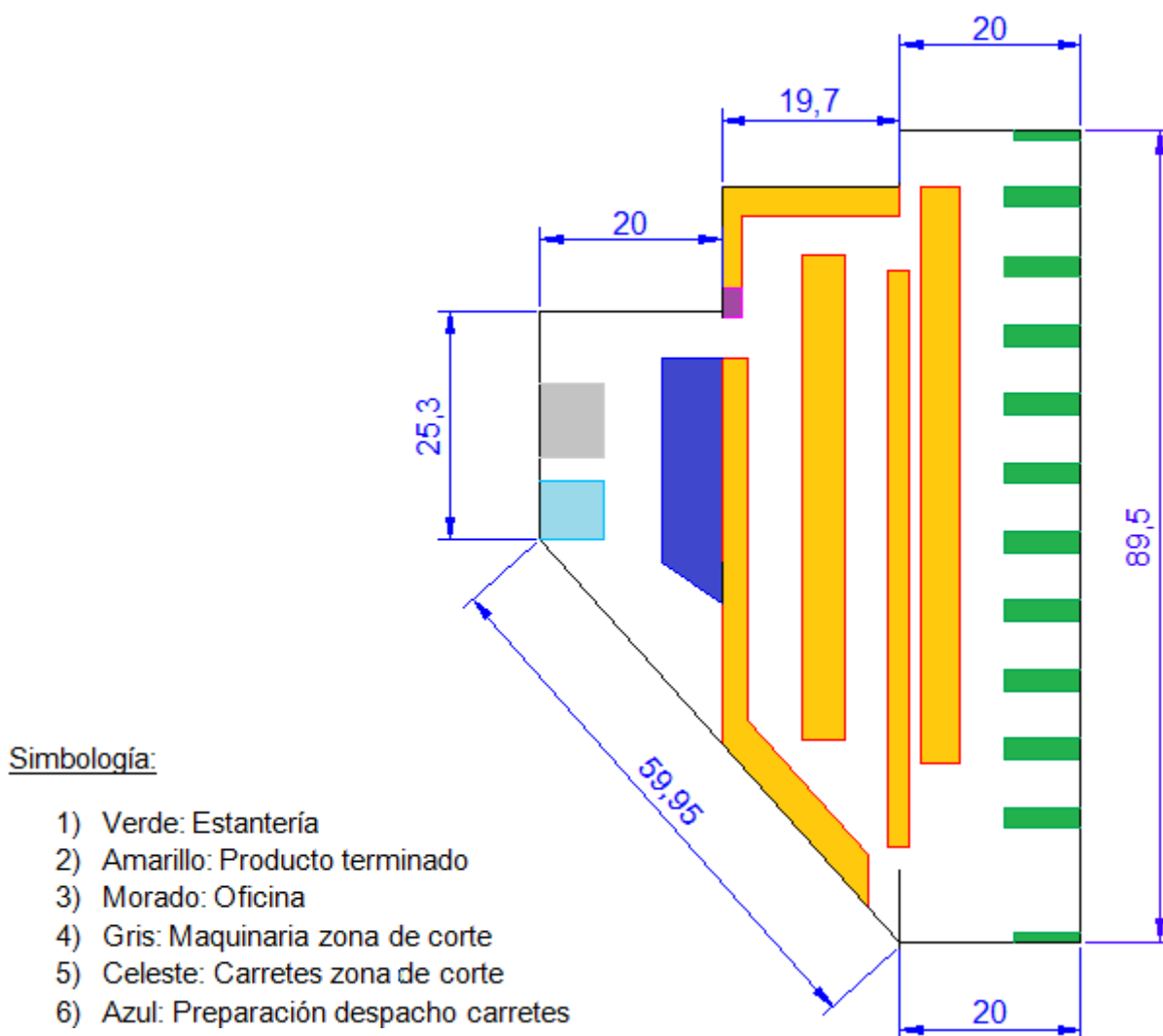


Figura 8 - Distribución y dimensiones bodega Viña del Mar. Elaboración propia

6.4.2 Estantería Bodega

Los conductores de bajo volumen del tipo H07V-U, HO7Z1-R, HO7Z1-K de sección 1.5 mm², 2.5mm², 4 mm², 6 mm² y del tipo THHN de 10 AWG, 12 AWG y 14 AWG son puestos en rollos desde 25 metros para luego ser apilados en pallets y llevados a la estantería de bodega.

La bodega posee 10 estantes dobles y 2 simples con 4 niveles de altura cada uno, cuyo volumen y medidas son las siguientes:

- Estante Simple: Volumen 40.88 m^3

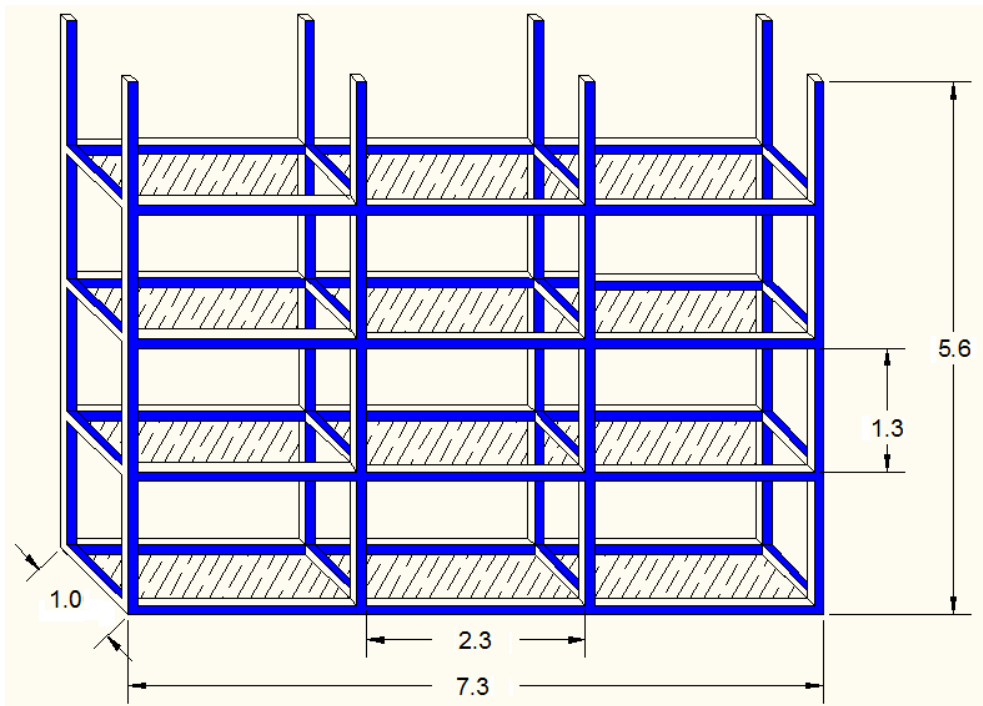


Figura 9 – Dimensiones estante simple bodega. Elaboración propia

- Estante Doble: Volumen 109.48 m^3

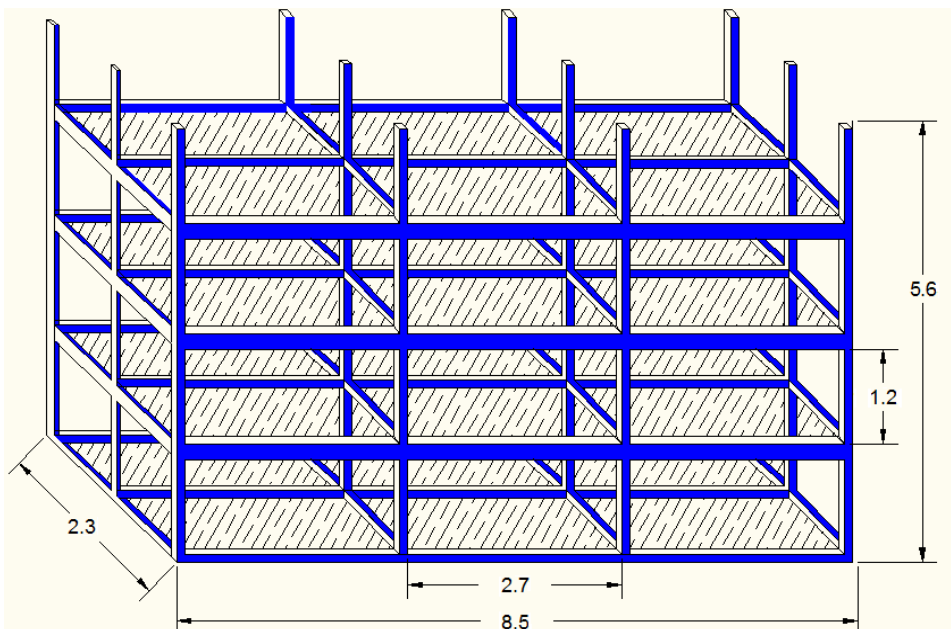


Figura 10 – Dimensiones estante doble bodega. Elaboración propia

De los $4.326 m^3$ de capacidad útil de almacenamiento, $1.176 m^3$ corresponde a la capacidad de Racks (indicado en figura 8 con color verde) y $3150 m^3$ corresponde a capacidad de zonas habilitadas para Carretes (indicado en figura 8 con color amarillo).

6.4.3 Diagramas de procesos operaciones en bodega

6.4.3.1 Ingreso de producto terminado a bodega

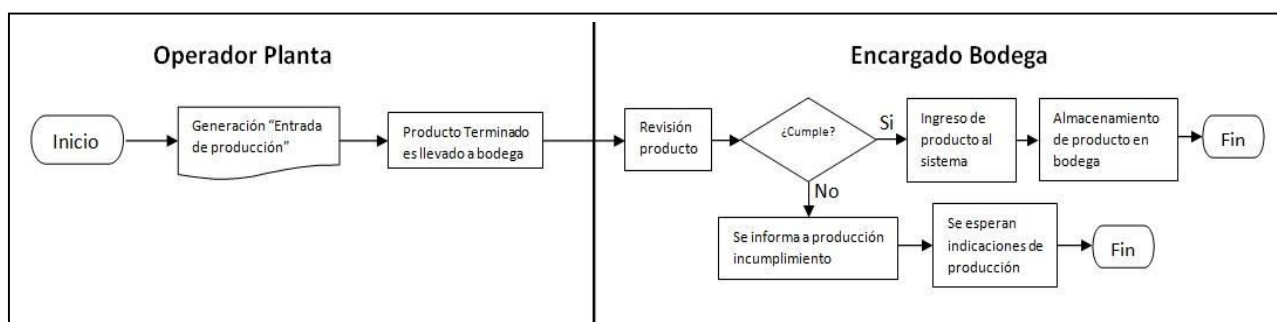


Figura 11 – Diagrama de flujo de ingreso producto terminado a bodega. Elaboración propia

6.4.3.2 Solicitud y preparación de pedido en bodega

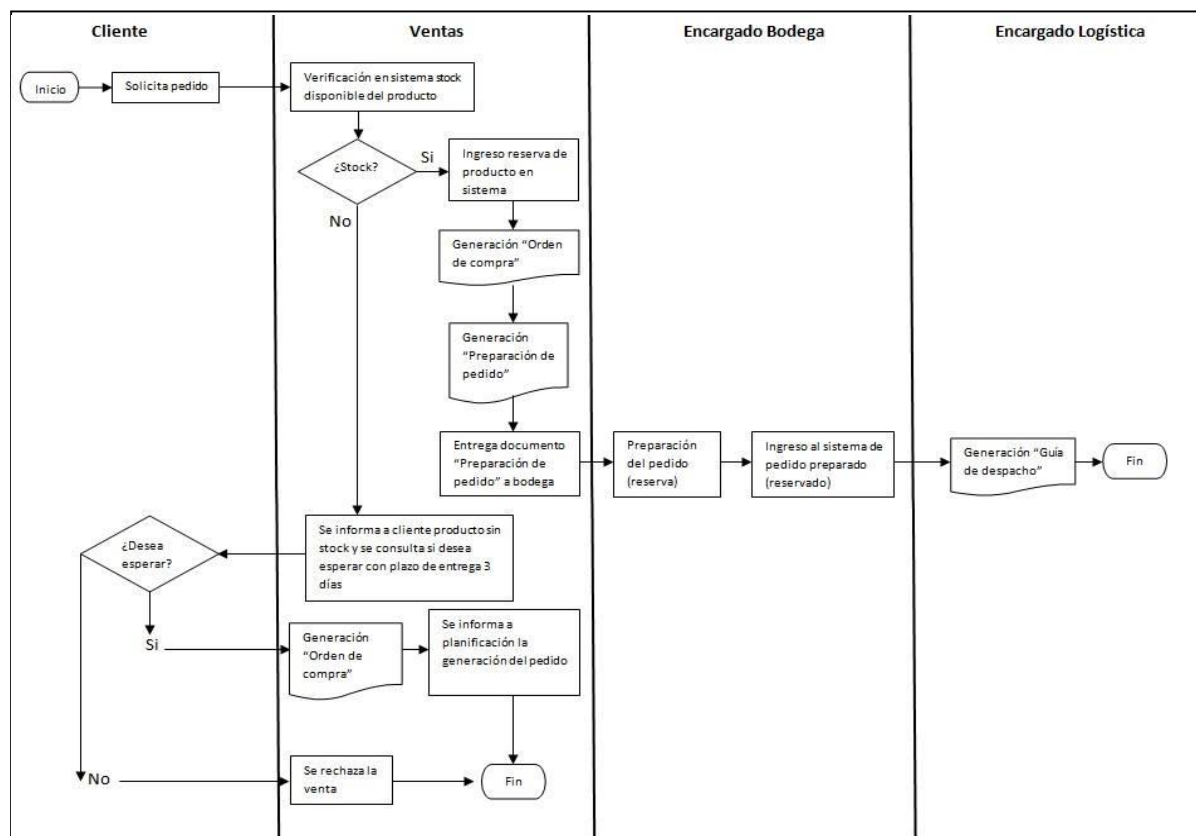


Figura 12 – Diagrama de flujo solicitud y preparación pedido. Elaboración propia

6.4.3.3 Despacho del producto

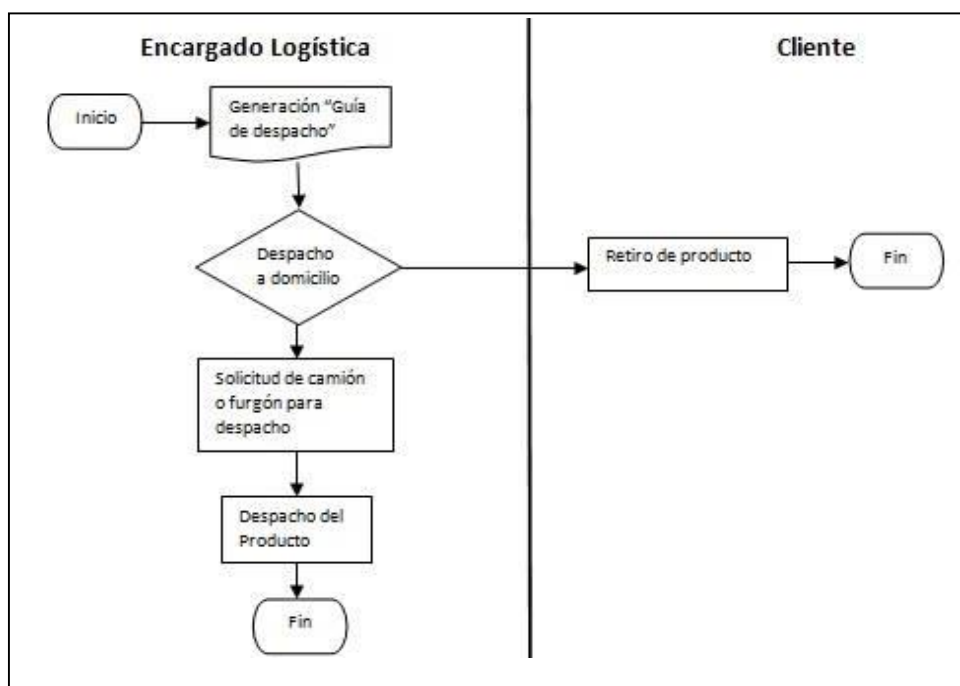


Figura 13 – Diagrama de flujo de despacho producto. Elaboración propia

6.5 Ventas

Las ventas de COVISA se dividen entre la casa matriz Viña del Mar (75%) y la sucursal de Santiago (25%), dichas ventas en los años 2015 y 2016 se distribuyen en promedio un 40% entre 12 vendedores, 20% en oficina de ventas Viña del Mar, 10% oficina de ventas Santiago y un 30% RHONA-EMELTA [Ver anexo 8 y 9], siendo estas dos últimas empresas subsidiarias de COVISA y perteneciente a los mismos socios, por lo cual, de no existir alguna de estas dos empresas, COVISA vería disminuir sus ventas hasta un 50%. Las exportaciones representan apenas un 0.03%.

Durante los últimos años (2015-2016) COVISA ha experimentado una disminución de las ventas en un 24% anual, la cual se ha visto reflejada principalmente en las categorías Control-Instrumentación y Cordones Flexibles.

6.6 Clientes

La cartera de clientes de COVISA es de más de 500, concentrándose en 12 de ellos un 50% de los ingresos anuales de la empresa, es decir, más de 7 mil millones de pesos. [Ver Anexo 10]

6.7 Servicio

6.7.1 Nivel de Servicio

COVISA no registra las ventas perdidas y en consecuencia, desconoce el nivel de servicio.

Dada la gran variedad de conductores, la empresa necesita una alta inversión en capital para mantener un alto nivel de servicio, además requiere tener una buena gestión de inventario que le permita saber qué producir, cuando y en qué cantidades. Mantener un nivel de servicio alto otorga a la empresa una ventaja competitiva sobre el resto, considerando que ocupa el tercer lugar de participación de mercado y que sus ventas han ido disminuyendo.

7. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

7.1 Metodología ABC

7.1.1 Análisis en base a ventas en kilómetros

En la siguiente tabla podemos observar los resultados obtenidos del análisis:

AÑO	Nº CONDUCTORES	KM. TOTALES	80% DE VENTAS (A)		15% DE VENTAS (B)		5% DE VENTAS (C)	
			Nº Conductores	%	Nº Conductores	%	Nº Conductores	%
2012	827	106.205	23	2,78	81	9,79	723	87,42
2013	757	84.324	29	3,8	92	12,15	636	84,02
2014	638	73.522	27	4,2	81	12,70	530	83,07
2015	623	56.203	42	6,7	95	15,25	486	78,01

Tabla 4 - Análisis ABC en base a kilómetros vendidos. Elaboración propia

En la tabla podemos observar lo siguiente:

- 1) Se presenta una clara disminución en variedad y cantidad de conductores vendidos a lo largo del período.
- 2) La cantidad de conductores que representan el 80% de las ventas (Clasificación A) es muy pequeña en relación a la teoría que habla de un 20%. Esto indica que la empresa depende de la venta de muy pocos conductores, por lo tanto en el caso de falta de stock de alguno de ellos, podría verse reflejado en las utilidades notoriamente, o también pueden existir ventas perdidas las cuales actualmente no están siendo consideradas en los pronósticos de la demanda.
- 3) La cantidad de conductores que representan el 15% de las ventas (Clasificación B) también es pequeña en relación a la teoría que sugiere un 30%, de lo cual se desprende que posiblemente existen ventas perdidas que no son consideradas por la empresa.
- 4) La cantidad de conductores que representan el 5% de las ventas (Clasificación C) es muy alta, por sobre el 50% que sugiere la teoría, por lo cual COVISA debe producir mucha variedad de conductores para cubrir ese 5% lo que implica una gran cantidad de producto terminado en bodega que posiblemente no será vendido, con los costos que ello implica.
- 5) La importancia del análisis ABC radica no solo en clasificar, sino también en plantear estrategias para cada clasificación. Productos tipo A que representan la mayor parte de las ventas y seguramente también tienen una alta rotación de inventario, son los productos a los cuales se les debe destinar la mayor parte de los recursos. Esto hace referencia a modelos de pronósticos más precisos, conteo físico con mayor frecuencia y una capacidad destinada en bodega tal, que permita un alto nivel de servicio.
- 6) Considerando los puntos 2, 3 y 4 anteriormente descritos, se concluye que COVISA depende de las ventas de un número reducido de conductores. Lo que la hace muy vulnerable a la aparición de algún sustituto de alguno de ellos.

7.1.2 Análisis en base a ventas en toneladas

En la siguiente tabla podemos observar los resultados obtenidos del análisis:

AÑO	Nº CONDUCTORES	TON. TOTALES	80% DE VENTAS (A)		15% DE VENTAS (B)		5% DE VENTAS (C)	
			Nº Conductores	%	Nº Conductores	%	Nº Conductores	%
2012	816	16.878	34	4,17%	90	11,03%	692	84,8%
2013	746	13.710	40	5,36%	105	14,08	601	80,56%
2014	631	10.046	50	7,92	95	15,06%	486	77,02%
2015	619	9.110	53	8,56%	101	16,32%	465	75,12%
2016	547	5.525	68	12,43%	90	16,45%	389	71,12%

Tabla 5 - Análisis ABC en base a toneladas vendidas. Elaboración propia

En la tabla podemos observar lo siguiente:

- 1) Se observa una disminución en la cantidad de conductores vendidos acompañado de una disminución de un 67% en las toneladas vendidas desde el año 2012 al 2016.
- 2) A pesar de la disminución en las toneladas vendidas anualmente, se observa un aumento del 8% en el número de conductores tipo A, 5% en el número de conductores tipo B y una disminución de 14% en los conductores tipo C desde el año 2012 a la fecha, lo que refleja los esfuerzos de la empresa en controlar los niveles de producción y el inventario.
- 3) Tal como se muestra en el análisis ABC por kilómetros, la cantidad de conductores que representan el 80% de las ventas (Clasificación A) es un 8% menor en relación al 20% que habla la teoría, lo que confirma que la empresa depende de la venta de muy pocos conductores, por lo cual es muy vulnerable si alguno de éstos conductores se deja de vender o existiese la aparición de algún sustituto.
- 4) La cantidad de conductores que representan el 15% de las ventas (Clasificación B) también es pequeña en relación a la teoría que sugiere un 30%, de lo cual se desprende que posiblemente existen ventas perdidas que no son consideradas por la empresa.
- 5) La cantidad de conductores que representan el 5% de las ventas (Clasificación C) es un 21% mayor por sobre lo que sugiere la teoría, por lo cual COVISA debe producir mucha variedad de conductores para cubrir ese 5% lo que implica una gran cantidad de producto terminado en bodega que posiblemente no será vendido, con los costos que ello implica.

7.1.3 Análisis en base a inventario en kilómetros

AÑO	Nº CONDUCTORES	KM. TOTALES	80% INVENTARIO (A)		15% INVENTARIO (B)		5% INVENTARIO (C)	
			Nº Conductores	%	Nº Conductores	%	Nº Conductores	%
2012	760	12756	125	16,45	192	25,26	443	58,49
2013	826	15897	90	10,90	211	25,54	525	63,56
2014	804	13256	123	15,3	204	25,37	477	59,33
2015	735	14368	334	45,44	190	25,85	211	28,71

Tabla 6 - Análisis ABC en base al inventario en kilómetros. Elaboración Propia

En la tabla podemos observar lo siguiente:

- 1) La variedad y cantidad de conductores no disminuyen como ocurre en el análisis ABC enfocado a ventas, lo que puede implicar tener en bodega conductores que quizás nunca se vendan o tarden años en venderse.
- 2) En 2015 podemos ver un aumento considerable en productos A y al mismo tiempo una disminución en productos C, con respecto a los 3 años anteriores, lo cual muestra el cambio y los esfuerzos que está realizando la empresa para comenzar a preocuparse de la eficiencia y eficacia de sus procesos.

7.1.4 Evolución de clasificación de inventario según metodología ABC

De acuerdo al análisis ABC realizado en base a las ventas en toneladas del año 2016 existen 68 cables pertenecientes a la clasificación A, y 90 conductores que pertenecen a la clasificación B, la evolución del comportamiento de dichos cables durante los años 2012 a 2016 se encuentran en la tabla del anexo 3.

En la siguiente tabla se presenta el porcentaje de permanencia de conductores en las categorías AA, BB y CC de un año a otro, con lo cual podemos concluir que en el año 2016 un 71% de la cantidad de conductores permanece en la misma categoría que el año 2015.

Categoría / Año	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
AA	24	29	34	46
BB	57	53	45	57
CC	422	350	307	277
DD¹	144	261	359	410
OTROS	472	426	374	329
Permanencia	58%	62%	67%	71%

¹Indica la cantidad de conductores que no registran ventas

Tabla 7 – Permanencia de conductores por categorías. Elaboración propia

7.2 Análisis rotación de inventario

De un total de 619 conductores los resultados son los siguientes:

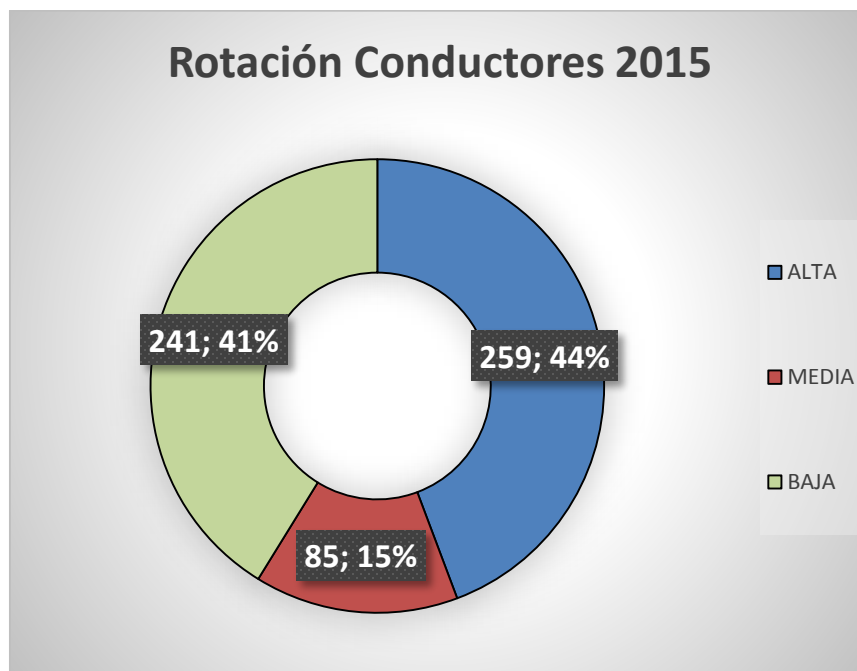


Figura 14 - Gráfico de rotación conductores año 2015. Elaboración propia

Definición parámetros:

- Alta: Rotación cada 6 meses
- Media: Rotación cada 1 año
- Baja: Rotación de más de un año

- 1) 259 conductores, equivalentes al 44% de los conductores totales, rotaron 2 o más veces en el año. (rotación alta).
- 2) 85 conductores, equivalentes al 15% de los conductores totales, rotaron entre 1 y 2 veces en el año (rotación media).
- 3) 241 conductores, equivalentes al 41% de los conductores totales, no alcanzaron a rotar por completo en el año (rotación baja).

El índice de rotación depende tanto de la cantidad vendida como de la cantidad de stock, por lo tanto una alta rotación no asegura que el conductor tenga una alta demanda, sino que podemos estar produciendo poco de aquel conductor. Lo mismo ocurre en sentido contrario, una baja rotación no quiere decir que debamos dejar de producir un conductor o que la demanda del mismo sea baja, sino que quizás tenemos un exceso de stock de aquel conductor en un período determinado.

Un índice de rotación alto no implica necesariamente altas ventas, sino que indica que las ventas en relación a la cantidad almacenada son altas.

7.3 Relación método ABC y rotación de inventario

PRODUCTOS	PROMEDIO DE ROTACIÓN EN MESES	PROMEDIO DE ROTACIÓN EN AÑOS
A	1	
B	3	
C		38

**Tabla 8 – Tiempo promedio de rotación de inventario según clasificación ABC.
Elaboración propia**

7.4 Pronóstico de la demanda

7.4.1 Selección conductores a pronosticar

Para seleccionar los conductores a los cuales se realizará el pronóstico se consideró lo siguiente:

7.3.1.1 Análisis y selección pre-eliminar

Del análisis ABC realizado en base a toneladas se consideró previamente a 158 conductores que durante el año 2016 tuvieron clasificación A y B

7.3.1.2 Selección de datos

Se seleccionaron los 68 conductores que durante el último año tuvieron clasificación A.

De los 90 conductores que durante el año 2016 tuvieron clasificación B, se seleccionaron aquellos que en los años 2014-2015 tuvieron clasificación A o B.

Con el análisis y selección de datos, se llegó a la conclusión de que se buscará el método de pronóstico más adecuado para 72 conductores clasificados en 6 categorías.

7.4.2 Agrupación de los datos para pronosticar

Considerando la gran variedad de conductores, se utilizó la clasificación actual de conductores que tiene la empresa. Estas categorías tienen la particularidad de estar representadas por conductores que tienen una construcción y uso similar.

Estas categorías son: AC, AD, CN, DH, EB y GI

7.4.3 Criterios para análisis y selección del método de pronóstico

Un modelo que se ajusta bien a los datos históricos, no necesariamente pronostica bien. Para probar que el método de selección sea el mejor, es que se dividió la información histórica utilizada en el análisis en dos grupos.

- a) Datos de control: Para el análisis del método de pronóstico se consideró los datos históricos desde Enero de 2012 a Diciembre de 2015 (4 años).

- b) Datos de predicción: Para evaluar la precisión del modelo de pronóstico seleccionado se realizó en función de su capacidad para pronosticar, para lo cual se utilizó los datos desde Enero 2016 a Octubre 2016 para realizar la comparación (10 meses).

Para escoger el método que más de ajuste a la realidad es que se realizó un breve análisis de los errores a considerar.

- a) MAPE: Es una de las medidas más utilizadas por los pronosticadores y se utiliza como medida de interpretación de pronósticos. Este indicador tiene la ventaja de ser independiente de la escala y la desventaja de que cuando se quiere pronosticar para valores pequeños, éstos arrojan un gran MAPE. Además presenta sesgos que favorecen a los pronósticos que están por debajo de los reales.
Por ejemplo, si el MAPE es 10%, diremos que el pronóstico está errado en un 10%, sin saber si ese porcentaje es sobre o bajo lo pronosticado, pues para su cálculo considera el error absoluto.
- b) WMAPE: Mejora el problema del MAPE debido a que pondera el error por el porcentaje que representa el valor de la serie en un punto versus el valor real, es decir, grandes valores del MAPE tienen poco peso si es que el nivel del valor real es bajo.
Las desventajas de este indicador es que tiene un comportamiento no deseado cuando el valor real o el pronóstico están muy cerca de cero y continúa considerando el error absoluto para su cálculo.
- c) MAD: Es el error promedio observado y una de las medidas más utilizadas por los pronosticadores. Al igual que el MAPE, no considera si el signo del error es positivo o negativo, pues se utiliza como valor absoluto.
En la práctica podemos decir que si el MAD es 10, el pronóstico está desviado en un promedio de 10 toneladas.
- d) MSE: Es una medida muy efectiva pero poco utilizada por los pronosticadores, es utilizada como una medida de selección cuando se requiere elegir un método de pronóstico por sobre otro.
Para el cálculo de este indicador se eleva cada error al cuadrado, por lo cual penaliza los errores mayores, sin embargo se prefiere un enfoque que produzca errores moderados a otro que tenga errores pequeños pero que ocasionalmente arroje algunos extremadamente grandes.
- e) RMSE: Este indicador resulta del cálculo de la raíz cuadrada del MSE. Indica el resultado en las mismas unidades de los datos históricos, en nuestro caso, toneladas. Al igual que el indicador anterior, se utiliza como medida de *selección* y es poco utilizada por los pronosticadores a pesar de poseer gran efectividad.
- f) PME: Se utiliza como medida de interpretación de pronósticos e indica si el método está o no sesgado (sobrestimado o subestimado). Mientras más cercano a cero sea este indicador, es mejor.
Por ejemplo, un pronóstico sobrestimado puede generar exceso de inventario (activo detenido), problemas de espacio, reducción de ganancia, costos por mermas y almacenamiento, entre otros, mientras que un pronóstico subestimado puede reducir los

niveles de servicio, costo por pérdida de ventas, costos por reprocesamiento de órdenes, entre otros.

Conforme a lo mencionado con anterioridad es que se utiliza como indicador el error MAPE para seleccionar el método de pronóstico más preciso para cada categoría.

7.4.4 Aplicación y selección del método de pronóstico

Posterior a la selección de los 72 conductores, clasificación en categorías de los mismos y elección de MAPE como indicador para establecer el método de pronóstico adecuado, se realizó la selección del método para cada categoría de acuerdo a lo siguiente:

La selección del método constó de 2 etapas:

1) La comparación entre diversos métodos de series de tiempo, donde se analizaron gráficas y errores de los métodos en relación a la demanda.

Se realizó un análisis, el cual demostró que el método de descomposición se ajustaba mejor a la realidad de la empresa. Este método fue comparado con métodos de promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial, Holt-Winter.

2) Para seleccionar el método que finalmente sería propuesto para cada categoría (considerando variantes como número de periodos y meses de stock), se realizó una comparación entre métodos de descomposición propuestos y el método utilizado por Covisa. Estos métodos son:

- Método de descomposición de 3 periodos (N= 3 meses) con stock de 2 meses
- Método de descomposición de 12 periodos (N=12 meses) con stock de 2 meses
- Promedio móvil simple de 12 periodos con stock de 3 meses

Los criterios utilizados para la selección del método son los siguientes:

- 1) Producción promedio mensual almacenada
- 2) Error promedio mensual del volumen de ventas
- 3) Ventas perdidas
- 4) Nivel de inversión requerida

1) Producción promedio mensual almacenada:

Criterio: Producción Promedio Mensual Almacenada (Ton)			
CATEGORIA/METODO	DESC N=3	DESC N=12	COVISA
AC	30	44	61
AD	65	65	96
CN	501	469	786
DH	65	98	160
EB	37	41	61
GI	132	123	187
TOTAL	789		1351

Tabla 9 – Producción promedio mensual almacenada. Elaboración propia

La disminución de mantener 1351 ton a 789 toneladas significa una disminución promedio mensual de inventario en un 41,6%, siendo para cada categoría la siguiente:

Categoría	% Liberado
AC	50%
AD	32%
CN	40%
DH	59%
EB	39%
GI	34%

Tabla 10 – Porcentaje de disminución promedio mensual de inventario. Elaboración propia

2) Error promedio mensual del volumen de ventas:

Criterio: Error Promedio Mensual del Volumen de Ventas			
CATEGORIA/METODO	DESC N=3	DESC N=12	COVISA
AC	100%	186%	198%
AD	16%	-5%	-8%
CN	120%	109%	129%
DH	4%	64%	84%
EB	41%	55%	54%
GI	12%	5%	11%

Tabla 11 – Error promedio mensual del volumen de ventas. Elaboración propia

El error promedio mensual del volumen de ventas del método propuesto, con respecto al método actualmente utilizado por COVISA, disminuye en un 48,12%.

Debido a que las categorías AN y CN presentan un error por sobre el 100% (explicado por la alta variabilidad de las ventas), se recomienda una revisión periódica de mayor frecuencia para planificar la producción de estas categorías.

3) Ventas perdidas:

Ninguno de los 3 métodos evaluados entregó resultados de ventas perdidas. Esto se debe a que la mantención de stock fue suficiente para responder a la variabilidad de la demanda a lo largo del periodo analizado

Criterio: VENTAS PERDIDAS (\$)			
CATEGORIA/METODO	DESC N=3	DESC N=12	COVISA
AC	0	0	0
AD	0	0	0
CN	0	0	0
DH	0	0	0
EB	0	0	0
GI	0	0	0

Tabla 12 – Ventas perdidas por método. Elaboración propia

Los métodos seleccionados en base a los criterios considerados en el análisis son los siguientes:

SELECCIÓN DEL METODO	
CATEGORIA	METODO
AC	DESCOMPOSICION N=3
AD	DESCOMPOSICION N=3
CN	DESCOMPOSICION N=12
DH	DESCOMPOSICION N=3
EB	DESCOMPOSICION N=3
GI	DESCOMPOSICION N=12

Tabla 13 – Método seleccionado por categoría. Elaboración propia

4) Nivel de inversión requerida para el período:

El nivel de inversión necesario para el cumplimiento de la demanda disminuye en un 1,36% con el método de pronóstico propuesto (de 17.309 millones a 17.077 millones, lo que equivale a una disminución en la inversión de 232 millones).

CATEGORIA	PRODUCCION E INVERSION						DIF % (REAL/PROPUESTA)
	PRODUCCION IDEAL	INVERSION	PRODUCCION COVISA	INVERSION	PRODUCCION PROPUESTA	INVERSION	
AC	122	444.685.407	143	523.564.829	134	489.590.818	↓ -6,5%
AD	392	1.402.943.480	463	1.654.988.175	421	1.504.410.414	↓ -9,1%
CN	1456	6.080.572.657	2128	8.884.318.453	2172	9.068.276.188	↑ 2,1%
DH	381	1.787.897.818	429	2.009.365.460	371	1.739.209.831	↓ -13,4%
EB	174	721.053.364	185	765.342.308	199	825.142.877	↑ 7,8%
GI	653	3.025.422.035	749	3.472.401.819	745	3.450.414.941	→ -0,6%
TOTAL	3178	13.462.574.761	4096	17.309.981.042	4041	17.077.045.069	-1,3%

Tabla 14 – Inversión propuesta. Elaboración propia

7.4.5 Resultados de la propuesta

Covisa no se encuentra en buenos momentos económicos, lo que implica una dificultad para realizar grandes inversiones.

Actualmente tiene problemas de saturación de bodega, sobre todo en zona de carretes aislados. Esto se debe principalmente a la alta variabilidad de la demanda. Por lo cual, se requieren métodos de pronóstico de mayor precisión, pero que a su vez, otorguen cierta seguridad de que no se registrarán ventas perdidas.

La propuesta presentada genera una disminución en el error (entre pronóstico de propuesta y pronóstico actual, con respecto al valor real) en un 48% y a una liberación de espacio de alrededor de un 42%. Además, no registra ventas perdidas. Esta mejora se explica por la utilización de un método de pronóstico que considera factores estacionales, cíclicos y de tendencia.

En relación al nivel de inversión, no se presentan diferencias significativas para la empresa. Una disminución de un 1,36% a favor, que significan alrededor de 232 millones.

Todo se resume en lo siguiente:

- 1) Aumento precisión de pronóstico en un 48%
- 2) Liberación de espacio en bodega en un 42%
- 3) No se registran ventas perdidas
- 4) El nivel de inversión disminuye en 1,36%
- 5) Disminución de costos de almacenamiento en un 42%

8 MODELO DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE INVENTARIO

8.1 Construcción del modelo

8.1.1 Consideraciones

Se considera importante para la toma de decisiones información, datos e indicadores como nivel de servicio, inventario actual, duración promedio de inventario, número de ordenes pendientes, tiempo de entrega, tiempo entre pedidos, toneladas pendientes, clasificación ABC de los productos, inversión actual en productos almacenados, inversión requerida, stock de seguridad, punto de reorden, cobre y PVC requeridos, venta promedio mensual, entre otros. Lo anterior con el propósito de responder la gran mayoría de preguntas necesarias para tener una buena gestión de inventarios, como por ejemplo:

¿Cuánto dinero hay en inventario?

¿Cuál es la importancia de los productos almacenados?

¿Cada cuánto rotan los productos?

¿Cuál es la cantidad mínima que debo tener almacenada de un producto?

¿Cuánto cobre y PVC necesito para cubrir la demanda?

Restricciones y supuestos del problema

- a) Capacidad productiva: Es de 5.000 toneladas anuales
- b) Capacidad de almacenamiento en bodega de producto terminado:
 - 1) Capacidad Útil: Carretes (3150 m³); Racks (1176 m³)
 - 2) Capacidad utilizada: Carretes (5163 m³); Racks (990 m³)
- c) Consideraciones por producto

Aquellos que deben pasar por el proceso de reticulado (XLPE) deben considerar 4 días más para este proceso, antes de ser entregados

- 1) Existen productos que tienen mayor importancia que otros, aun cuando tengan una productividad/hora baja, es decir, mientras mayor diámetro tenga un conductor, más lenta es su producción, sin embargo, para efecto de la empresa éstos conductores presentan un mayor margen.

d) Costos de inventario:

- 1) Arriendo: El arriendo de una bodega de 4.000 m² en el sector tiene un costo anual de \$153.600.000. Considerando una capacidad útil de 1154 m², el costo por m² es de \$133.102.
- 2) Costo de oportunidad: La inversión anual es de 1.000 millones. Considerando una tasa del 4% anual, se podrían obtener 40 millones por sobre ese nivel de inversión.
- 3) Costo maquinaria: Como maquinaria solo se consideran dos montacargas. Entre sus costos se incluyen depreciación y mantención. Considerando un costo inicial por montacarga de 10 millones y vida útil de 5 años, la depreciación anual es de 4 millones y la mantención es de \$650.000.
- 4) Remuneraciones empleados de bodega: Se consideran 2 operadores de montacargas, 1 empleado de limpieza y 4 administrativos. El costo anual total es de 40 millones.
- 5) Conteo de inventario: Es el costo de detener la producción por 3 días, se estima en 11 millones anuales
- 6) Costo de producto obsoleto: Se estima la valorización del inventario de producto terminado en 4.291 millones de los cuales un 1,67% se considera producto obsoleto (no registra ventas en los últimos 3 años) y un 5% extra se considera producto potencialmente obsoleto (cuyas ventas en los 3 últimos años no alcanzan el nivel de inventario de hace 3 años). El costo total asciende a 286 millones anuales.

Nota: Otros costos menores como costos energéticos de iluminación de bodega, depreciación de racks, mantención de racks, depreciación de instalaciones, no fueron considerados debidos a que son costos menores en relación a los ya mencionados.

La mayor parte de los costos de inventario lo conforman el costo de producto obsoleto y el arriendo de la bodega, de lo cual podemos deducir la importancia que tiene determinar los productos que se deben dejar de fabricar y aquellos que se debe reducir o aumentar su fabricación.

El costo de almacenamiento asciende a 464 mil \$/m².

El carrete AG es el más utilizado por tener mayor capacidad de almacenamiento. Cada uno de estos utiliza una superficie de 1,6 m², considerando que es posible apilar 3 carretes en cada m² de los 1154 m² de superficie útil, el costo de almacenamiento es de 247.500 \$/carrete

COSTOS	\$/m²
Arriendo	133.102
Costo oportunidad	34.662
Remuneraciones	34.835
Conteo inventario	9.488
Maquinaria	4.028
Producto obsoleto	247.891
COSTO TOTAL	464.006

Tabla 15 – Costos de inventario por metro cuadrado. Elaboración propia

8.1.2 Indicadores

La siguiente tabla muestra los indicadores utilizados en el modelo de gestión de inventario.

NOMBRE	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	PERIODO
Cobre almacenado como producto terminado	$\frac{\text{Ton. Cu Almacenadas}}{\text{Ton. Tot. Almacenadas}}$	Indica la cantidad de cobre almacenado en relación a la cantidad total de toneladas almacenadas.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Permitir la variabilidad de productos en relación a su composición en cobre. 2) Permitir la valorización del inventario en relación a su principal componente 	Anual
Duración de inventario	$\frac{\text{Inventario Final}}{\text{Ventas Promedio}}$	Indica la cantidad de días que disponemos de producto disponible para la venta.	Permitir una mejor planificación de la producción, priorizando productos con menor duración.	Mensual
Exactitud inventario	$\frac{\text{Inventario Real}}{\text{Inventario Sistema}}$	Indica el grado de exactitud entre lo que se encuentra en bodega y lo que se visualiza registrado en sistema.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Facilitar la actualización de registros en sistema 2) Verificar la veracidad de los datos entregados por el sistema 	Semestral
Variación volumen de inventario	$\frac{\text{Ton. Tot. Almacenadas}}{\text{Ton. Tot. Almacenadas Año Anterior}}$	Indica el incremento o disminución de las toneladas totales almacenadas de un año a otro.	Evitar la sobre-producción o sub-producción en el largo plazo	Anual

Tabla 16 – Indicadores del modelo. Elaboración propia

8.2 Desarrollo del modelo

El modelo se desarrolla en Excel utilizando la aplicación macros para hacer más sencillo e intuitivo el uso de este modelo. De forma general consta de un panel de control y hojas que se actualizan mediante el uso de controles de formulario, principalmente botones. El usuario sólo deberá ingresar de forma manual los datos iniciales del modelo.

Hoja 1 → **Panel de control:** Es el panel principal en donde existen botones que permiten dirigir al usuario a las distintas hojas que muestran información importante y necesaria para la toma de decisiones del usuario analista.

Hoja 2 → **Datos:** Lista de columnas que contienen la siguiente información para cada código de conductor.

- 1) Venta de cobre mensual (n° ventas al año, ventas promedio mensual, venta por pedido, días entre pedidos)
- 2) Tiempos de entrega y producción (tiempo de producción, tiempo de entrega)
- 3) Nivel de servicio (nivel de servicio según clasificación A,B,C)
- 4) Almacenamiento de producto terminado y ordenes de producción (Inventario actual, mínimo, stock de seguridad, punto de reorden, duración de inventario, órdenes)
- 5) Nivel de inversión (kg de cobre, kg de pvc, inversión en pesos)
- 6) Materia Prima requerida (cobre y pvc)

Hoja 3 → **Categorías:** Muestra un resumen de información relacionada a ventas, producción e inventario de las 44 categorías de conductores definidas por COVISA.

Hoja 4 → **Carretes:** Muestra el tipo de almacenamiento del producto terminado, ya sea rollo o carrete (aislado) y realiza tablas resumen que indican lo siguiente

- 1) Capacidad Útil de la bodega para almacenamiento de producto terminado separado en carretes y racks
- 2) Capacidad utilizada y disponible en carretes aislados
- 3) Capacidad utilizada y disponible en racks
- 4) Capacidad utilizada y disponible en carretes desnudos aislados
- 5) Capacidad utilizada y disponible en rollos desnudos

Lo anterior permite al usuario determinar el grado de utilización de la bodega y si existe el espacio para almacenar las ordenes pendientes o que se están fabricando en producción.

Hoja 5 → **Indicadores:** Muestra dos tipos

- 1) Los indicadores generales según clasificación ABC, entre ellos están el nivel de servicio, tiempo promedio de entrega, inventario actual en toneladas, duración promedio de inventario, número de órdenes pendientes, toneladas pendientes y la inversión requerida.
- 2) Los principales indicadores de venta, inventario y producción previo ingreso manual de un código específico por el usuario.

Hoja 6 → **Datos filtrados:** Destinada para guardado rápido de un filtro de datos, útil cuando se requiera exportar o imprimir un conjunto de datos. Luego de realizar un filtro de datos, se selecciona el botón “COPIAR FILTRO”, el cual copia los datos filtrados desde la hoja “Datos” a la hoja “Datos_ filtrados”.

Hoja 7 → **Productos A:** Muestra la lista de todos los conductores A con su respectiva información de inventario y órdenes de producción, además de forma complementaria proporciona un resumen acerca de la cantidad de productos A, número de órdenes pendientes, promedio de toneladas de cobre por orden y porcentajes de utilización de la bodega.

Hoja 8 → **Productos alta rotación:** Muestra la lista de todos los conductores de alta rotación con su respectiva información de inventario y órdenes de producción, además de forma complementaria proporciona un resumen acerca de las órdenes, inventario y su duración.

Hoja 9 → **Productos baja rotación:** Muestra la lista de todos los conductores de baja rotación con su respectiva información de ventas, inventario e inversión, categorizados por periodos.

Hoja 10 → **Inversión inventario:** Muestra en detalle la inversión actual en pesos, toneladas de cobre y pvc de cada conductor independiente de su categoría, además de dos tablas resumen con los porcentajes de inversión.

Hoja 11 → **Informe:** Este informe muestra la situación actual del inventario según la clasificación A, B C de los conductores, para lo cual otorga información acerca de la valorización del inventario, toneladas de materia prima y los conductores más vendidos.

9. ANALISIS DE COSTO Y MEJORAS

Actualmente la empresa incurre en los siguientes costos por el mal manejo de sus inventarios.

9.1 COSTOS DE INVENTARIO

- 1) Costo de almacenamiento de producto con nula rotación

m^2 UTILIZADOS	<i>Costo</i> / m^2 ANUAL	COSTO TOTAL ANUAL
630	\$133.102	\$83.854.260

Tabla 17 – Costos por almacenamiento productos nula rotación. Elaboración propia

- 2) Costo de producción de producto con baja o nula rotación

COSTO PRODUCCION PRODUCTO NULA ROTACION	COSTO PRODUCCION PRODUCTO BAJA ROTACION	COSTO TOTAL
\$71.659.700	\$214.550.000	\$286.209.700

Costo producción* capital = costo inventario

Tabla 18 – Costo de producción productos baja o nula rotación. Elaboración propia

- 3) Costo de oportunidad mano de obra de montacargas (acomodar material en pasillos por mala distribución)

COSTO POR HORA	HORAS ANUALES	COSTO TOTAL ANUAL
\$2.480	288	\$714.240

Tabla 19 – Costo oportunidad por mala distribución. Elaboración propia

- 4) Costo de oportunidad por preparación de producto obsoleto para reventa por operarios

PRECIO HORA MANO DE OBRA	HORAS MENSUALES	NUMERO OPERARIOS	COSTO TOTAL MANO DE OBRA
\$4.166	16	4	\$266.624

Tabla 20 – Costo oportunidad preparación producto obsoleto reventa. Elaboración propia

5) Diferencia inversión requerida

INVERSION COVISA	INVERSION PROPUESTA	DIFERENCIA MEJORA PROPUESTA
\$17.309.981.042	\$17.077.045.069	\$232.935.974

Tabla 21 – Disminución en inversión requerida con propuesta. Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos con el modelo propuesto se requieren invertir \$232.935.974 menos en inventario para satisfacer la demanda.

6) Ahorro por disminución de almacenamiento de productos de alta rotación

Del costo total de almacenamiento anual 2016 (\$153.600.000), un 34% corresponde a productos de alta rotación, el cual disminuye un 41,6% con el método propuesto, satisfaciendo igual demanda, por lo cual, se tiene un ahorro de almacenamiento de \$21.725.184

7) Costo de oportunidad de inversión requerida y ahorro por disminución de almacenamiento productos alta rotación.

Corresponde el 4% del total, es decir, \$10.186.446

9.2 COSTOS RECUPERABLES

Costo recuperable por venta de cobre en conductores obsoletos (más de 5 años en bodega). Se considera que se vende con una tarifa del 50% respecto al valor del dólar promedio observado del mes en curso en el SII. Con fecha 06 de Diciembre el promedio del dólar es de \$647,05.

KG. DE COBRE RECUPERABLES	PRECIO / KG. COBRE	COSTO RECUPERABLE
84.000	\$324	\$27.216.000

Tabla 22 – Costos recuperables por venta de cobre. Elaboración propia

9.3 BENEFICIOS

Los beneficios asociados tienen relación con el ahorro que se producirá por la disminución en los costos por la mala gestión de inventario. Se espera que los beneficios para este proyecto sean de \$663.108.428 anual, el detalle se muestra a continuación.

N°	ÍTEM	OPERACIÓN	COSTO
1	Costo por almacenamiento productos nula rotación	+	\$83.854.260
2	Costo producción productos baja o nula rotación	+	\$286.209.700
3	Costo oportunidad por mala distribución	+	\$714.240
4	Costo preparación producto obsoleto reventa	+	\$266.624
5	Ahorro por disminución de almacenamiento de productos de alta rotación	+	\$21.725.184
6	Disminución en inversión requerida	+	\$232.935.974
7	Costo oportunidad ítem 5 y 6	+	\$10.186.446
8	Costo recuperable por venta de cobre	-	\$27.216.000
	BENEFICIOS TOTALES		\$663.108.428

Tabla 23 – Beneficios del proyecto. Elaboración propia

9.4 COSTOS DEL PROYECTO

9.4.1 DESARROLLO

Los costos asociados al desarrollo del proyecto se deben exclusivamente a la exposición, planificación y gestión de soluciones. Para lo cual se realizaron 3 reuniones de 3 horas con el equipo encargado de producción, planificación y logística.

PARTICIPANTES	CANT.	COSTO		
		Costo por hora	Costo por reunión	Costo por 3 reuniones
Jefe de planificación de la producción	1	\$17.222	\$51.666	\$154.998
Jefe de planificación y control de gestión	1	\$15.555	\$46.665	\$139.995
Jefe de logística	1	\$13.888	\$41.664	\$124.992
COSTO TOTAL				\$419.985

Tabla 24 – Costo por reuniones. Elaboración propia.

9.4.2 IMPLEMENTACIÓN

Para implementar el modelo de gestión de inventario se deben asumir los siguientes costos:

- a) Costo por reunión de exposición y presentación de nuevo modelo de inventario.

PARTICIPANTES	CANT.	COSTO	
		Costo por hora	Costo por reunión 3 horas
Jefe de planificación de la producción	1	\$17.222	\$51.666
Jefe de planificación y control de gestión	1	\$15.555	\$46.665
Jefe de logística	1	\$13.888	\$41.664
COSTO TOTAL			\$139.995

Tabla 25 – Costo reunión presentación modelo. Elaboración propia

- b) Costo capacitación de modelo de gestión inventario

PRECIO / Hr CAPACITACIÓN	Hr. CAPACITACIÓN	DE COSTO CAPACITACIÓN	DE COSTO OPORTUNIDAD CAPACITACIÓN	COSTO TOTAL CAPACITACIÓN
\$19.167	8	\$153.338	\$129.166	\$282.504

Tabla 26 – Costo capacitación modelo de inventario. Elaboración propia

Para obtener el costo asociado a la implementación de deben sumar todas las variables asociadas.

ÍTEM	COSTO
Costo reunión presentación modelo	\$139.995
Capacitación modelo de inventario	\$282.504
COSTO TOTAL POR IMPLEMENTACIÓN	\$422.499

Tabla 27 – Costo total de implementación. Elaboración propia

9.4.3 COSTO POR SEGUIMIENTO

Para asegurar que las mejoras logradas con este proyecto se mantengan en el tiempo es necesario realizar un seguimiento anual que permita determinar que el inventario que registra el sistema interno sea lo más cercano al inventario real y que no exista acumulación de inventario con baja o nula rotación de inventario.

El seguimiento anual estará a cargo del Jefe de Logística, quien dedicará 3 días al año para verificar que el objetivo de este proyecto se esté cumpliendo.

		COSTO		
PARTICIPANTE	CANT.	Costo por hora	Costo por 8 horas	Costo total anual
Jefe de logística	1	\$13.888	\$111.104	\$333.312

Tabla 28 – Costo total de seguimiento. Elaboración propia

9.5 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Para calcular el costo total del proyecto se deben sumar las tres variables descritas anteriormente (desarrollo, implementación y seguimiento).

A continuación se muestra el costo total del proyecto de título enfocado al Modelo de gestión de inventario en COVISA S.A

ÍTEM	COSTO
Desarrollo	\$419.985
Implementación	\$422.499
Seguimiento	\$333.312
Costo total proyecto	\$1.175.796

Tabla 29 – Costo total del proyecto. Elaboración propia

9.6 RENTABILIDAD DE PROYECTO

Para evaluar la rentabilidad de este proyecto utilizamos el análisis costo beneficio, la cual es una herramienta financiera que permite evaluar la relación entre los beneficios y costos de un proyecto.

Se calcula como el cociente que se obtiene al dividir los beneficios netos y los costos del proyecto, si el resultado es mayor que la unidad entonces quiere decir que el proyecto es rentable.

$$\text{Relación costo beneficio} = \frac{\text{Beneficios netos}}{\text{Costos proyecto}}$$

Para que el proyecto sea rentable dicha relación debe ser mayor a 1.

$$\text{Relación costo beneficio} = \frac{\$663.108.428}{\$1.175.796} = 563,97 \approx 564$$

Debido a que el resultado es mayor a 1, el proyecto es rentable, los beneficios son 564 veces mayores a los costos del proyecto.

10. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

En el presente proyecto de título se estudió la problemática que afecta a la gestión de inventarios de la empresa COVISA S.A. en la planta de producción ubicada en Viña del Mar.

Un deficiente pronóstico y gestión de inventarios, junto con falta de indicadores, políticas de inventario y otros, traían consigo consecuencias como exceso de inventario, inventario obsoleto, planificación de la producción errada, entre otros.

Para resolver esta problemática es que se propuso un modelo de gestión de inventario amigable con el usuario a través del cual se puedan conocer distintos indicadores e información que permitan una certera toma de decisiones, apoyado de un método de pronóstico de la demanda para una planificación de la producción más precisa.

El modelo de gestión de inventario se basa en datos reales que deben ser ingresados por el usuario y es capaz de calcular stock mínimo, stock de seguridad, punto de reorden, número de órdenes pendientes de producción, tamaño de la orden a producir, nivel de inversión requerida, capacidad de almacenamiento disponible, capacidad de almacenamiento utilizada e inventario actual. Además de calcular una serie de indicadores como son: duración de inventario, permanencia ABC, variación volumen inventario, cobre almacenado como producto terminado, etc. También considera una opción de búsqueda por producto o categoría de la cual se despliegan valores para cada indicador presente.

Algunos de los datos que fueron necesarios de determinar para la consideración en el modelo se resumen a continuación:

- 1) La capacidad útil de bodega en m^3 , calculada por sectores de bodega, lo que en total suponen $4326 m^3$. Este dato junto a la capacidad utilizada permitieron comprobar un exceso de producto terminado almacenado de alrededor de $2.000 m^3$. Este producto se almacenaba en zonas no habilitadas.
- 2) La rotación de inventario actual de todos los conductores, la cual no presentaba mayores variaciones de un año a otro. La clasificación fue alta, media y baja. Los resultados fueron alta = 44%; media = 15% y baja = 41%. La rotación de inventario fue incluida implícitamente en el modelo, con el nombre de duración de inventario.
- 3) La clasificación ABC en base al volumen de ventas en toneladas. Para el año 2016: A = 12,5%; B = 16,5% y C = 71%. Desde 2012 a la fecha, productos A han ido en aumento, productos B pequeño aumento y productos C han disminuido. Su cálculo fue útil para la determinación de los niveles de servicio.
- 4) El indicador "Permanencia ABC", que para 2015 es de un 71%. Lo cual justifica la utilización de clasificación ABC.
- 5) El costo de almacenamiento promedio se estima en 464 mil *anual/m²*.

La utilización del método de pronóstico de descomposición propuesto para cada categoría entregó la disminución de error (entre valor pronosticado y valor real) de un 48,12% lo que trae como consecuencia que se libere en promedio un 41,6% de la capacidad utilizada y un ahorro en la inversión de 232 millones en producto terminado para cubrir igual demanda.

La implementación del método de pronóstico propuesto supone una serie de beneficios, entre ellos:

- 1) Reducción de tiempos de entrega de producto terminado a clientes.
- 2) Reducción de ventas perdidas.
- 3) Reducción de producto obsoleto almacenado en bodega.
- 4) Aumento de precisión de requerimiento de materia prima en la misma magnitud.
- 5) Aumento de la rentabilidad.
- 6) Estabilidad de la rotación de inventarios.
- 7) Reducir tiempo inactivo de maquinarias y operadores.
- 8) Reducir despidos o contrataciones de operadores.

Por último, unas recomendaciones para una gestión eficiente del inventario:

- 1) Registrar ventas perdidas y posteriormente calcular los niveles de servicio actuales para cada producto.
- 2) Consideración del costo de inventario para la determinación del tiempo máximo de producto en bodega, teniendo en cuenta la limitante de la capacidad de la misma.
- 3) Utilizar indicador "permanencia ABC" para la implementación de políticas de inventario.
- 4) Realizar análisis ABC (basado en el volumen de ventas) al término de cada periodo, preferentemente anual.
- 5) Privilegiar la venta de carretes o pallets de rollos que posean mayor tiempo en bodega para evitar daños al producto terminado producidos por movimientos realizados con el montacargas.

Los beneficios de este proyecto superan los 650 millones de pesos mientras que los costos son de tan solo 1,2 millones, lo cual hace que este proyecto sea muy rentable y útil para la empresa, permitiendo producir lo que realmente se necesita, evitando los quiebres y sobre stock, aprovechando los espacios disponibles en bodega y permitiendo clasificar los conductores según la metodología ABC expuesta en este proyecto de título.

11. REFERENCIAS DIGITALES

- Apics.org. Publicación en inglés: Crack de code, Undertasing safety stock and mastering its equations [Online]. Por Peter L. King. Disponible en: <http://media.apics.org/omnow/Crack%20the%20Code.pdf>
- Apuntesytrabajoschubut.blogspot.cl. Cálculo y control de stocks. [Online]. Disponible en: <http://apuntesytrabajoschubut.blogspot.cl/2009/12/calculo-y-control-de-stocks-stock.html>
- Blog.corponet.com.mx. Beneficios de un sistema de control de inventarios. [Online]. Disponible en: <http://blog.corponet.com.mx/beneficios-de-un-sistema-de-control-de-inventarios>
- Bolchile.cl. Evolución del precio del dólar. [Online]. Disponible en <http://www.bolchile.cl/centrodeDatos?tipo=DOLAR&instrumento=TODO>
- Bolsamania.com Precio histórico del cobre. [Online]. Disponible en: <http://www.bolsamania.com/materia-prima/cobre/historico-precios>
- Celogis.com. Artículo: ¿Cómo medir la precisión de pronósticos? [Online]. Por Tomás Gálvez Martínez. Presidente y director de Celogis. Disponible en: <https://www.celogis.com/ebooks/>
- Covisa.cl. Sobre Covisa [Online]. Disponible en: <http://www.covisa.cl/sobre-covisa/>
- Covisa.cl. Catálogo [Online]. Disponible en: <http://www.covisa.cl/catalogo/>
- Covisa.cl. Sucursales [Online]. Disponible en: <http://www.covisa.cl/sucursales/>
- Emb.cl. La importancia de un eficiente control de inventario. [Online] Por Rodrigo Montero. Ejecutivo de cuentas de Infor Chile. Disponible en: <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=769>
- Emb.cl. Inteligencia y gestión de inventario. [Online]. Disponible en: <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=652&tip=4&xit=inteligencia-y-gestion-de-inventario-nuevas-pistas-para-acertarle-al-stock-perfecto>
- Emelta.cl. Empresa [Online]. Disponible en: <http://emelta.cl/empresa.php>
- Gerenciaretail.com. ¿Cómo calculo la duración de inventario? [Online]. Disponible en <https://www.gerenciaretail.com/2015/05/21/como-calculo-la-duracion-del-inventario/>

- Gestipolis.com. Administración de inventarios. [Online]. Disponible en: <https://www.gestipolis.com/administracion-inventarios/>
- Ingenieriaindustrialonline.com. Promedio móvil ponderado. [Online]. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/promedio-m%C3%B3vil-ponderado/>
- Ingenieriaindustrialonline.com. Promedio móvil. [Online]. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/promedio-m%C3%B3vil/>
- Lokad.com. Punto de reorden [Online]. Disponible en: <https://www.lokad.com/es/definicion-punto-de-reorden>
- Rhona.cl. Empresa [Online]. Disponible en: <https://www.rhona.cl/seccion/2/empresa.html>
- Sbif.cl. Tasas de interés. [Online]. Disponible en: <http://www.sbif.cl/sbifweb/servlet/InfoFinanciera?indice=4.1&idCategoria=555&tipocont=0>

12. ANEXOS

12.1 ANEXO 1: “Evolución de la clasificación ABC de cada conductor”

CODIGO	2012	2013	2014	2015	2016	2016 a 2012
02AC6300003	A	A	A	A	A	AAAAA
02CN0901001	A	A	A	A	A	AAAAA
02CN0901002	A	A	A	A	A	AAAAA
02CN0901003	A	A	A	A	A	AAAAA
02CN1001001	A	A	A	A	A	AAAAA
02CN1001002	A	A	A	A	A	AAAAA
02CN1001003	A	A	A	A	A	AAAAA
02DH5001001	A	A	A	A	A	AAAAA
02DH5001002	A	A	A	A	A	AAAAA
02DH5001003	A	A	A	A	A	AAAAA
02DH5201001	A	A	A	A	A	AAAAA
02DH5201002	A	A	A	A	A	AAAAA
02DH5201003	A	A	A	A	A	AAAAA
02GC1102005	A	A	A	A	A	AAAAA
02GC1202005	A	A	A	A	A	AAAAA
02GI5601005	A	A	A	A	A	AAAAA
02GI5801005	A	A	A	A	A	AAAAA
02GI6001005	A	A	A	A	A	AAAAA
02GI7301005	A	A	A	A	A	AAAAA
02AC5800001	B	A	A	A	A	AAAAB
02AD6209001	B	A	A	A	A	AAAAB
02CN0901004	B	A	A	A	A	AAAAB
02CN0901005	B	A	A	A	A	AAAAB
02GI5401005	B	A	A	A	A	AAAAB
02CG1001001	B	B	A	A	A	AAABB
02CG1001003	B	B	A	A	A	AAABB
02DH5001005	B	B	A	A	A	AAABB
02GI6201005	B	B	A	A	A	AAABB
02CG1001002	C	B	A	A	A	AAABC
02AD6109001	B	C	A	A	A	AAACB
02AD6509003	A	A	B	A	A	AABAA
02AD6709003	A	A	B	A	A	AABAA
02EB6501005	B	A	B	A	A	AABAB
02CN1001005	C	A	B	A	A	AABAC
02GI7001005	A	B	B	A	A	AABBA
02AC1400001	B	B	B	A	A	AABBB

CODIGO	2012	2013	2014	2015	2016	2016 a 2012
02EB5801005	B	B	B	A	A	AABBB
02EB6201005	B	B	B	A	A	AABBB
02GI6401005	B	B	B	A	A	AABBB
02GI6501005	B	B	B	A	A	AABBB
02GI6701005	B	B	B	A	A	AABBB
02GI6801005	B	B	B	A	A	AABBB
02CG0901001	C	D	B	A	A	AABDC
02CG0901003	C	D	B	A	A	AABDC
02CC1001002	A	C	C	A	A	AACCA
02CC1001001	B	C	C	A	A	AACCB
02CN1001004	C	A	A	B	A	ABAAC
02AD1502001	B	A	B	B	A	ABBAB
02AD1602001	B	B	B	B	A	ABBBB
02AD6009003	B	B	B	B	A	ABBBB
02AD6209003	B	B	B	B	A	ABBBB
02AD6508001	B	B	B	B	A	ABBBB
02DH5601001	B	B	B	B	A	ABBBB
02EB6701005	B	B	B	B	A	ABBBB
02EB6801005	B	B	B	B	A	ABBBB
02GI6301005	B	B	B	B	A	ABBBB
02GI6601005	B	B	B	B	A	ABBBB
02CG1001004	C	B	B	B	A	ABBBC
02CG1001005	C	B	B	B	A	ABBBC
02GJ1301005	C	B	B	B	A	ABBBC
02CG0901002	C	C	B	B	A	ABBCC
02GJ1501005	C	C	B	B	A	ABBCC
02GJ1401005	C	C	C	B	A	ABCCC
02GJ2301005	C	C	C	B	A	ABCCC
02EB7301105	D	D	C	B	A	ABCDD
02GI1401005	C	C	C	C	A	ACCCC
02CN1101003	D	C	C	C	A	ACCCD
02AD6909003	D	C	D	C	A	ACDCD
02CJ1001001	C	A	A	A	B	BAAAC
02DH5401001	B	B	A	A	B	BAABB
02DH5401002	B	B	A	A	B	BAABB
02DH5401003	B	B	A	A	B	BAABB
02AC6000001	C	B	B	A	B	BABBC
02FA1301005	C	C	C	A	B	BACCC
02FA1201005	A	A	A	B	B	BBAAA
02GB1202005	B	A	A	B	B	BBAAB

CODIGO	2012	2013	2014	2015	2016	2016 a 2012
02CJ1001003	C	A	A	B	B	BBAAC
02AC6200003	A	B	A	B	B	BBABA
02DH5001004	B	B	A	B	B	BBABB
02DH5201004	B	B	A	B	B	BBABB
02DH5201005	B	B	A	B	B	BBABB
02FA1101005	B	B	A	B	B	BBABB
02DH5401004	C	B	A	B	B	BBABC
02DH5401005	B	C	A	B	B	BBACB
02ACA501003	D	C	A	B	B	BBACD
02DH5801005	B	A	B	B	B	BBBAB
02AC6100003	B	B	B	B	B	BBBBB
02AD6009001	B	B	B	B	B	BBBBB
02AD6708001	B	B	B	B	B	BBBBB
02DH5601002	B	B	B	B	B	BBBBB
02DH5601005	B	B	B	B	B	BBBBB
02DH5801001	B	B	B	B	B	BBBBB
02EB5401005	B	B	B	B	B	BBBBB
02EB5601005	B	B	B	B	B	BBBBB
02EB6001005	B	B	B	B	B	BBBBB
02FE1301005	B	B	B	B	B	BBBBB
02GFBF03005	B	B	B	B	B	BBBBB
02GH5604005	B	B	B	B	B	BBBBB
02GI5001005	B	B	B	B	B	BBBBB
02GI5201005	B	B	B	B	B	BBBBB
02AD1802001	C	B	B	B	B	BBBBC
02CJ1101001	C	B	B	B	B	BBBBC
02CN1101001	C	B	B	B	B	BBBBC
02GH5605005	C	B	B	B	B	BBBBC
02GJ7301005	C	B	B	B	B	BBBBC
02GJ1701005	D	B	B	B	B	BBBBD
02DH5601003	B	C	B	B	B	BBBCB
02DH5601004	C	C	B	B	B	BBBCC
02GH6204005	C	C	B	B	B	BBBCC
02GJ1601005	C	C	B	B	B	BBBCC
02GJ1901005	D	C	B	B	B	BBBCD
02GJ2201005	D	C	B	B	B	BBBCD
02AD2002001	B	B	C	B	B	BBCBB
02AD6408001	B	B	C	B	B	BBCBB
02DH5801002	B	B	C	B	B	BBCBB
02DH6001005	B	B	C	B	B	BBCBB

CODIGO	2012	2013	2014	2015	2016	2016 a 2012
02GH5804005	B	B	C	B	B	BBCBB
02GH6004005	B	B	C	B	B	BBCBB
02AD6308001	C	B	C	B	B	BBCBC
02AD6409003	C	B	C	B	B	BBCBC
02CJ1101003	C	B	C	B	B	BBCBC
02GH5404005	C	B	C	B	B	BBCBC
02GJ1801005	C	B	C	B	B	BBCBC
02GJ2001005	D	B	C	B	B	BBCBD
02AD5809003	C	C	C	B	B	BBCCC
02AD6609003	C	C	C	B	B	BBCCC
02CG0901005	C	C	C	B	B	BBCCC
02DH6001001	C	C	C	B	B	BBCCC
02DH6101005	C	C	C	B	B	BBCCC
02GH5603005	C	C	C	B	B	BBCCC
02CG0901004	D	D	C	B	B	BBCDD
02CJ1101005	C	A	B	C	B	BCBAC
02AC6000003	C	B	B	C	B	BCBBC
02CJ1101002	C	B	B	C	B	BCBBC
02GH5003005	C	B	B	C	B	BCBBC
02DH5801003	C	C	B	C	B	BCBCC
02GA0902009	C	C	B	C	B	BCBCC
02GH6005005	C	C	B	C	B	BCBCC
02DH5801004	B	B	C	C	B	BCCBB
02GH5204005	B	B	C	C	B	BCCBB
02CJ1101004	C	B	C	C	B	BCCBC
02CJ1201001	C	B	C	C	B	BCCBC
02EB7001005	B	C	C	C	B	BCCCB
02AD6809003	C	C	C	C	B	BCCCC
02AD7009003	C	C	C	C	B	BCCCC
02AD7309003	C	C	C	C	B	BCCCC
02CC0901005	C	C	C	C	B	BCCCC
02EX5401005	C	C	C	C	B	BCCCC
02EX6401005	C	C	C	C	B	BCCCC
02GH5805005	C	C	C	C	B	BCCCC
02HN5007005	C	C	C	C	B	BCCCC
02HP5007005	C	C	C	C	B	BCCCC
02GI1301005	D	C	C	C	B	BCCCD
02GJ2101005	D	C	C	C	B	BCCCD
02HO5012005	D	C	C	C	B	BCCCD
02EX6601005	C	C	D	C	B	BCDCC

CODIGO	2012	2013	2014	2015	2016	2016 a 2012
02E25404005	D	D	D	D	B	BDDDD
02GJ1704005	D	D	D	D	B	BDDDD

Tabla 30 – Evolución de la clasificación ABC de cada conductor. Elaboración propia

12.2 ANEXO 2: “Resumen evolución de clasificación ABC de conductores”

CODIGO	2016 a 2012	CODIGO	2016 a 2012	CODIGO	2016 a 2012
02AC6300003	AAAAA	02GI6401005	AABBB	02AC6200003	BBABA
02CN0901001	AAAAA	02GI6501005	AABBB	02DH5001004	BBABB
02CN0901002	AAAAA	02GI6701005	AABBB	02DH5201004	BBABB
02CN0901003	AAAAA	02GI6801005	AABBB	02DH5201005	BBABB
02CN1001001	AAAAA	02CG0901001	AABDC	02FA1101005	BBABB
02CN1001002	AAAAA	02CG0901003	AABDC	02DH5401004	BBABC
02CN1001003	AAAAA	02CC1001002	AACCA	02DH5401005	BBACB
02DH5001001	AAAAA	02CC1001001	AACCB	02ACA501003	BBACD
02DH5001002	AAAAA	02CN1001004	ABAAC	02DH5801005	BBBAB
02DH5001003	AAAAA	02AD1502001	ABBAB	02AC6100003	BBBBB
02DH5201001	AAAAA	02AD1602001	ABBBB	02AD6009001	BBBBB
02DH5201002	AAAAA	02AD6009003	ABBBB	02AD6708001	BBBBB
02DH5201003	AAAAA	02AD6209003	ABBBB	02DH5601002	BBBBB
02GC1102005	AAAAA	02AD6508001	ABBBB	02DH5601005	BBBBB
02GC1202005	AAAAA	02DH5601001	ABBBB	02DH5801001	BBBBB
02GI5601005	AAAAA	02EB6701005	ABBBB	02EB5401005	BBBBB
02GI5801005	AAAAA	02EB6801005	ABBBB	02EB5601005	BBBBB
02GI6001005	AAAAA	02GI6301005	ABBBB	02EB6001005	BBBBB
02GI7301005	AAAAA	02GI6601005	ABBBB	02FE1301005	BBBBB
02AC5800001	AAAAB	02CG1001004	ABBBC	02GFBF03005	BBBBB
02AD6209001	AAAAB	02CG1001005	ABBBC	02GH5604005	BBBBB
02CN0901004	AAAAB	02GJ1301005	ABBBC	02GI5001005	BBBBB
02CN0901005	AAAAB	02CG0901002	ABBCC	02GI5201005	BBBBB
02GI5401005	AAAAB	02GJ1501005	ABBCC	02AD1802001	BBBBC
02CG1001001	AAABB	02GJ1401005	ABCCC	02CJ1101001	BBBBC
02CG1001003	AAABB	02GJ2301005	ABCCC	02CN1101001	BBBBC
02DH5001005	AAABB	02EB7301105	ABCDD	02GH5605005	BBBBC
02GI6201005	AAABB	02GI1401005	ACCCC	02GJ7301005	BBBBC
02CG1001002	AAABC	02CN1101003	ACCCD	02GJ1701005	BBBBD
02AD6109001	AAACB	02AD6909003	ACDCD	02DH5601003	BBBCB

CODIGO	2016 a 2012	CODIGO	2016 a 2012	CODIGO	2016 a 2012
02AD6509003	AABAA	02CJ1001001	BAAAC	02DH5601004	BBBCC
02AD6709003	AABAA	02DH5401001	BAABB	02GH6204005	BBBCC
02EB6501005	AABAB	02DH5401002	BAABB	02GJ1601005	BBBCC
02CN1001005	AABAC	02DH5401003	BAABB	02GJ1901005	BBBCD
02GI7001005	AABBA	02AC6000001	BABBC	02GJ2201005	BBBCD
02AC1400001	AABBB	02FA1201005	BBAAA	02EB6201005	AABBB
02EB5801005	AABBB	02GB1202005	BBAAB	02CJ1001003	BBAAC

Tabla 31 – Resumen evolución de clasificación ABC de conductores. Elaboración propia

12.3 ANEXO 3: “Códigos y cantidad de conductores por categoría”

Nombre Categoría	Código	Cantidad ¹
Control-Instrumentación	DO – DT – HA – HB – HG – HH – HI – HJ – HM – HN – HO – HP – HQ – LC – LE – LF – LP – MA	18
Fuerza y Distribución	CB – CC – CD – CI – DA – DB – DG – DH – DJ – DN – E1 – E2 – E3 – E4 – EB – EC – ED – EE – EF – EK – EM – EO – EP – ET – EU – EX – EY – EZ – FA – FB – FC – FD – FE – FI – GA – GB – GC – GF – GH – GI – GJ – LB	42
Desnudos	AC – AD	2
Domiciliarios	CA – CF – CG – CJ – CN	5
Cordones Flexibles	AB – AC – IB – IC – ID – IF – II – IK	8

¹ Cantidad no considera diferencias en los diámetros

Tabla 32 – Códigos y cantidad de conductores por categoría. Elaboración propia

12.4 ANEXO 4: “Detalle descomposición de código”

Ejemplo de conductor 02CN0901001

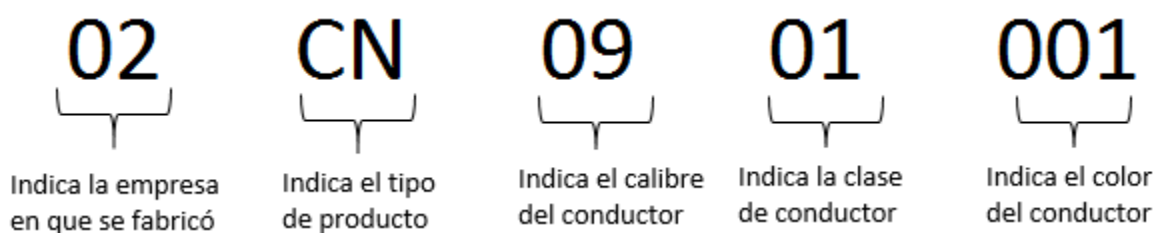


Figura 15 – Detalle de descomposición de código

Tipo de producto

CODIGO	NOMBRE	NOMBRE ACTUALIZADO
AA	ALAMBRON	ALAMBRON
AC	ALAMBRE DESNUDO DE COBRE	A/D
AD	CABLE DESNUDO DE COBRE	C/D
AE	CABLES ESTAÑADOS	C/E
AF	ALAMBRE DE COBRE ESTAÑADO	A/E
BZ	CHICOTE DE COBRE CON TERMINAL	CHICOTE COBRE
CA	ALAMBRES NYA	A/ NYA
CB	CABLES H07V-R 450/750 V	H07V-R
CC	ALAMBRES NSYA	A/ NSYA
CD	CABLES NSYA	C/ NSYA
CE	CABLES NYAF	C/ NYAF
CF	ALAMBRE H07Z1-U 450/750V	H07Z1-U
CG	COVIFREE RIGIDO H07Z1-R	H07Z1-R
CH	CABLE H07V-K 450/750	H07V-K
CI	CABLE COVIFREE (HFFR) 450/750	C/ COVIFREE
CJ	COVIFREE FLEXIBLE H07Z1-K	H07Z1-K
CN	ALAMBRE H07V-U	H07V-U
DA	ALAMBRES THW 600 V	A/ THW
DB	CABLES THW 600 V	C/ THW
DC	ALAMBRES THW 90°C 600 V	A/THW 90°C
DD	CABLES THW 90°C -TC 600 V	C/ THW-TC 90°C
DE	ALAMBRES THWN 600 V	A/ THWN
DF	CABLES THWN 600 V	C/ THWN
DG	ALAMBRES THHN 600 V	A/ THHN
DH	CABLES THHN 600 V	C/ THHN
DM	CABLES SILICONA 600 V	C/ SILICONA
DN	CABLES XCS-TC	C/ XCS-TC RV
DO	CABLES MTW 600 V	C/ MTW
DP	CABLES ECS 0.6/1 KV	C/ ECS
DQ	CABLES ECM 0.6/1 KV	C/ ECM
DR	CABLES ECM BLINDADO 0.6/1 KV	C/ ECM APANT
DT	CABLES TABLERO NOTOX CTBS	C/ NOTOX CTBS
DU	CABLES TWK 600 V	C/ TWK
E1	CABLES XCM 0.6/1 KV	C/ XCM RV 0,6/1 KV
E2	CAB XLPE NOTOX APANT 0.6/1 Kv	C/ NOTOX APANT
E3	CABLES XCM-TC 0.6/1 KV	C/ XCM-TC RV
E4	CABLE NOTOX XCM	C/ NOTOX XCM RZ1
EA	CABLES CS	C/ CS

CODIGO	NOMBRE	NOMBRE ACTUALIZADO
EB	CABLES XCS 0.6/1 KV (XCS-TC)	C/ XCS RV 0,6/1 KV
EC	ALAMBRES XCS 600 V	A/ XCS RV
ED	CABLES XCS	C/ XCS RV
EE	ALAMBRES CM 600 V	A/ CM
EF	CABLES CM 600 V	C/ CM
EH	CABLES CM BLINDADO 0.6/1 KV	C/ CM APANT 0,6/1 KV
EI	CABLES CM 90°C 600 V	C/CM 90°C
EJ	CABLES XCS 600-2000 V	C/ XCS RV 0,6/2 KV
EK	CABLES NOTOX-CS 0.6/1 KV	C/ NOTOX CS
EL	ALAMBRES XCM 600 V	A/ XCM RV
EM	CABLES XCM 600 V	C/ XCM RV
EN	CABLES XCM CONST. ESP.600 V	C/XCM ESP
EO	CABLE XCM(xcs) BLINDADO 600 V	C/ RV APANT 0,6 KV
EP	CABLES XCM xcs 0.6/1KV APANT	C/ RV APANT 0,6/1 KV
ET	CABLES NOTOX-CM 0.6/1 KV	C/ NOTOX CM
EU	CABLES XCM-TC 600 V	C/ XCM-TC 0,6 KV
EV	CABLES SO 600 V	C/ SO
EW	CABLE FLEX PORTABLE (TPE) 600V	C/ FLEXIBLE TPE
EX	CABLES NOTOX-XCS 0.6/1 KV	C/ NOTOX XCS RZ1
EY	CABLES NOTOX-CM BLIND	C/ NOTOX CM APANT
EZ	CABLES NOTOX-XCM 0.6/1 KV	C/ NOTOX XCM RZ1
FA	ALAMBRES RI 600 V	A/ RI
FB	CABLES RI DURO 600 V	C/ RI DURO
FC	CABLES RI BLANDO 600 V	C/ RI BLANDO
FD	ALAMBRES XLPE 600 V	A/ XC
FE	CABLES XC 600 V	C/ XC
FF	CABLES BT	C/ BT
FI	CABLES TETRAPOLAR 600 V	C/ TETRAPOLAR
GA	ALAMBRES NYIFY 380 V	NYIFY
GB	ALAMBRES NYIFY B.ACOM. 380 V	BAJ ACOMETIDA
GC	ALAMBRES CONCENTRICOS 600 V	CONCENTRICO
GF	CABLES PLANO TRIFILAR 380 V	C/ TRIFILAR
GH	COVIFLEX 0.6/1 KV XLPE-PVC	COVIFLEX XCM RV-K
GI	COVIFL-XCS XLPE-PVC(TC) 0.6/1	COVIFLEX XCS RV-K
GJ	COVIFLEX- XLPENOTOX 0.6/1KV	COVIFLEX NOTOX RZ1-K
GK	COVIFLEX 0.6/1 KV NOTOX-NOTOX	COVIFLEX NOTOX ZZ1-K
HA	CABLES XCCT-TC 600 V	C/ XCCT-TC
HB	CABLES CCT 600 V	C/ CCT
HD	CABLES CCT BLINDADO 600 V	C/ CCT APANT
HE	CABLES CCT PLANO 600 V	C/ CCT PLANO

CODIGO	NOMBRE	NOMBRE ACTUALIZADO
HF	CABLES CCT AUTOSOPOR 600 V	C/ CCT AUTOSOP
HG	CABLES NOTOX CCT 0.6/1 KV	C/ NOTOX CCT
HH	CABLES XCCT 600 V	C/ XCCT RV
HI	CABLES XCCT APANT 600 V	C/ XCCT RV APANT
HJ	CABLE NOTOX CCT BLINDADO 0.6/	C/NOTOX CCT APANT
HK	CABLES NOTOX-CS BLINDADO	C/NOTOX CS APANT
HL	CABLE XCCT AUTOSOP	C/ XCCT RV AUTOSOP
HM	CABLE CONTROL ESP.	C/ CONTROL ESP
HN	CABLE NOTOX -XCCT 0.6/1	C/ NOTOX XCCT
HO	CABLE NOTOX XCCT APANT 0.6/1kv	C/ NOTOX XCCT APANT
HP	CABLE XCCT 0.6/1 Kv	C/ XCCT RV
HQ	CABLE XCCT BLINDADO 0.6/1 Kv	C/ XCCT APANT
HR	CABLE XCCT-TC BLINDADO	C/ XCCT-TC APANT
HS	CABLE XCCT -TC 0.6/1 KV	C/ XCCT-TC
IB	CORDON ST 600 V	CORDON ST 600 V
IC	CORDON SE 600 V	CORDON SE 600 V
ID	CORDON SVT 300 V	CORDON SVT 300 V
IE	CORDON SVE 300 V	CORDON SVE 300 V
IF	CORDON SJE 300 V	CORDON SJE 300 V
IG	CORDON SPT-1 300 V	CORDON SPT-1 300 V
IH	CORDON NYMHY 500 V	CORDON NYMHY 500 V
II	CORDON SJT 300 V	CORDON SJT 300 V
IJ	CORDON PACO 300 V	C/ PACO 300 V
IK	CORDON H05VV-F 300/500 V	CORDON H05VV-F
IL	CORDON LAMPARA MINERA	CORDON LAMPARA MIN
JB	ALAMBRE CTC	A/ CTC
JC	ALAMBRE CTEA	A/ CTEA
JD	ALAMBRE CTRE	A/ CTRE
KA	CABLES CA	C/ CA
LB	ALAMBRES TB	A/ TB
LC	INSTRUMENTACION PARES	INST PARES (P)
LD	INSTRUMENTACION TRIOS	INST TRIOS (T)
LE	INSTRUMENTACION AP/P/TOT 300 V	INST APANT/P/T
LF	INSTRUMENTACION AP/T/TOT 300V	INST APANT/T/T
LI	INSTRUMENTACION PAR /T600 V	INST P/T
LJ	INSTRUMENTACION TRIOS/T 600 V	INST T/T
LK	INSTRUMENTACION PAR/TOT 600V	INST P/T
LM	INSTRUMENTACION-TC AP/P/T 300V	INST-TC APANT/P/T
LN	INSTRUMENTACION-TC AP/T/T 300V	INST-TC APANT/T/T
LO	INSTRUMENTACION XLPE-NOTOX	INST NOTOX

CODIGO	NOMBRE	NOMBRE ACTUALIZADO
LP	INST APAN P/T 0,3/0,6 NOTOX-NO	INST NOTOX APANT/P/T
LQ	INSTRUMENTAC.XLPE-NOTOX AP/T/T	INST NOTOX APANT/T/T
LR	INSTRUMENTACION-TC PAR 600 V	INST-TC PAR
LS	INSTRUMENTACION-TC TRIOS 600 V	INST-TC TRIO
MA	CABLES CTBS	C/ CTBS
MB	CABLES CTBS RHONA	C/ CTBS RHONA
MN	CABLES COAXIAL 100 %	C/ COAXIAL 100 %
MO	CABLES COAXIAL 50 %	C/ COAXIAL 50 %
MP	CABLES COAXIAL 70 %	C/ COAXIAL 70 %
MQ	CABLES CONTROL 5KV	C/ CONTROL 5KV
OB	ALAMBRES NM	A/ NM
OL	ALAMBRES TRONADURA	A/ TRONADURA
PA	CABLES SOLD WST	C/ SOLDADORA WST
PB	CABLES COVISOLDA	C/ COVISOLDA

Tabla 33 – Detalle descomposición de código. Elaboración propia

Calibre del conductor

TABLA CALIBRES					
Código	Calibre	Código	Calibre	Código	Calibre
01	8 MM	38	26 AWG	75	600 MCM
02		39	25 AWG	76	650 MCM
03		40	24 AWG	77	700 MCM
04		41	23 AWG	78	750 MCM
05		42	22 AWG	79	800 MCM
06	0,5 mm ²	43	21 AWG	80	900 MCM
07	0,75 mm ²	44	20 AWG	81	1000 MCM
08	1 mm ²	45	19 AWG	82	1100 MCM
09	1,5 mm ²	46	18 AWG	83	1200 MCM
10	2,5 mm ²	47	17 AWG	84	1250 MCM
11	4 mm ²	48	16 AWG	85	1300 MCM
12	6 mm ²	49	15 AWG	86	1400 MCM
13	10 mm ²	50	14 AWG	87	1500 MCM
14	16 mm ²	51	13 AWG	88	1600 MCM
15	25 mm ²	52	12 AWG	89	1700 MCM
16	35 mm ²	53	11 AWG	90	1800 MCM
17	50 mm ²	54	10 AWG	91	
18	70 mm ²	55	9 AWG	92	1900 MCM

TABLA CALIBRES					
Código	Calibre	Código	Calibre	Código	Calibre
19	95 mm ²	56	8 AWG	93	2000 MCM
20	120 mm ²	57	7 AWG	94	2500 MCM
21	150 mm ²	58	6 AWG	95	3000 MCM
22	185 mm ²	59	5 AWG	96	3500 MCM
23	240 mm ²	60	4 AWG	97	4000 MCM
24	300 mm ²	61	3 AWG	98	4500 MCM
25	400 mm ²	62	2 AWG	99	5000 MCM
26	500 mm ²	63	1 AWG	BK	0,85 MM2
27	630 mm ²	64	1/0 AWG	BL	1,25 MM2
28	36 AWG	65	2/0 AWG	BM	2 MM2
29	35 AWG	66	3/0 AWG	BN	3 MM2
30	34 AWG	67	4/0 AWG	BO	8 MM2
31	33 AWG	68	250 MCM	BP	20 MM2
32	32 AWG	69	300 MCM		
33	31 AWG	70	350 MCM		
34	30 AWG	71	400 MCM		
35	29 AWG	72	450 MCM		
36	28 AWG	73	500 MCM		
37	27 AWG	74	550 MCM		

Tabla 34 – Detalle de código por calibre de cada conductor. Elaboración propia

Clase de conductor

TABLA CLASE	
Código	Clase
01	Clase 1
02	Clase 2
03	Clase 3
04	Clase 4
05	Clase 5
06	Clase 6
07	Clase AA
08	Clase A
09	Clase B
10	Clase C
11	Clase D
12	Clase G

TABLA CLASE	
Código	Clase
13	Clase H
14	Clase I
15	Clase J
16	Clase K
17	Clase L
18	Clase M
19	Clase NN
20	Clase P
21	Clase Q

Tabla 35 – Detalle de código por clase de conductor. Elaboración propia

Color de conductor

TABLA COLORES	
Código	Color
001	BLANCO
002	ROJO
003	VERDE
004	AZUL
005	NEGRO
006	CAFÉ
007	CELESTE
008	ROJO CRISTAL
009	GRIS
010	MARFIL
011	NARANJA
012	AMARILLO
013	NATURAL
014	CRISTAL
015	MORADO

Tabla 36 – Detalle de código por color de conductor. Elaboración propia

12.5 ANEXO 5: “Participación de Mercado COVISA”

AÑO	COVISA	NEXANS	COCESA	TOP CABLE	CONDUMEX	PIMASA	CONDUSPAR	TICSA	COPROIN	SACCO	RAIGMARO	MIGUELEZ CHILE	OTRAS EMPRESAS
2009	11%	35%	22%	3%	5%	0%	0%	4%	1%	4%	1%	3%	11%
2010	12%	33%	21%	4%	4%	0%	0%	3%	2%	4%	1%	3%	13%
2011	12%	30%	22%	4%	4%	0%	0%	4%	2%	1%	1%	3%	17%
2012	13%	30%	21%	4%	4%	0%	0%	3%	1%	0%	1%	4%	19%
2013	9%	27%	26%	4%	3%	0%	0%	3%	2%	3%	1%	4%	18%
2014	9%	22%	27%	5%	4%	0%	1%	3%	1%	4%	1%	4%	19%
2015	11%	31%	20%	3%	3%	4%	1%	2%	2%	3%	1%	3%	16%

Tabla 37 – Participación de mercado COVISA. Fuente: Nexans Chile S.A, 2016

12.6 ANEXO 6: “Graphic Operation Terminal GOT1000”

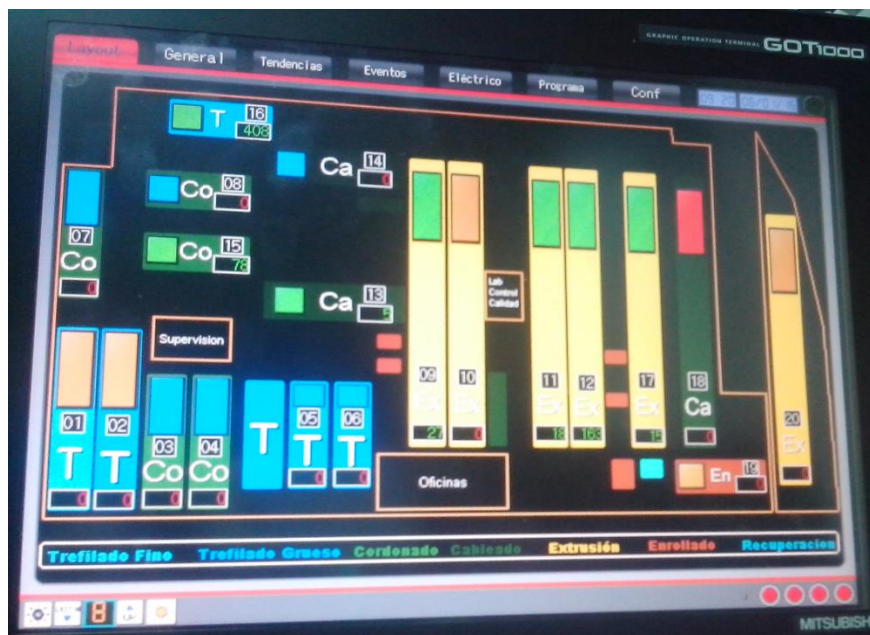


Figura 16 – Pantalla digital de supervisión de velocidades y layout

12.7 ANEXO 7: "Sistema de control CARDEX"

BOBINA	
PRODUCTO	AL. H07U-U
CALIBRE	2.5 MM ²
COLOR	ROJO
COMPUESTO	PVC
Mts. FORRADOS	35.000 mts
N° DE FALLAS	
N° OPERARIO	1209 / 53
DESTINO	Pollos
FECHA	7/ ENERO 2016
V° B° CALIDAD	
V° B° RETICULADO	

07 ENF 2016

Figura 17 – Tarjetas de control e identificación de carretes

12.8 ANEXO 8: "Vendedores año 2015"

NOMBRE	TON. VENDIDAS	% TOTAL	% TOTAL ACUMULADO
RHONA-EMELTA	1232,6	32%	32%
OFICINA VENTAS VIÑA	761,3	20%	51%
OFICINA VENTAS SANTI	293,2	8%	59%
VENDEDORES	1586,4	40%	99%
EXPORTACIONES	1,3	0%	100%
VTA DIR. OFIC. VIÑA	0,4	0%	100%
VTA DIR. OFIC. STGO.	0,3	0%	100%
TOTAL VENTAS 2015	3875,4		

Tabla 38 – Vendedores año 2015. Elaboración propia

12.9 ANEXO 9: “Vendedores año 2016”

Vendedor	Ton. Vendidas	% Total	% Total acumulado
RHONA-EMELTA	897,5	29%	29%
OFICINA VENTAS VIÑA	528,5	17%	45%
OFICINA VENTAS SANTI	442,2	14%	59%
VENDEDORES	1.269	40%	96%
OFICINA VENTAS CONCE	2,4	0%	100%
EXPORTACIONES	1,2	0%	100%
RIOS LECAROS, RICARD	0,2	0%	100%
VTA DIR. OFIC. VIÑA	0,1	0%	100%
TOTAL VENTAS 2016	3141,0		

Tabla 39 – Vendedores año 2016. Elaboración propia**12.10 ANEXO 10: “Ingresos según clientes”. Elaboración propia.**

N°	CLIENTES	INGRESOS 2016	% TOTAL	% ACUMULATIVO
1	RHONA S.A. (COMERCIAL)	\$ 2.954.199.804	21,4%	21,4%
2	TECNORED S.A.	\$ 987.539.541	7,2%	28,6%
3	EMELTA S.A.	\$ 684.366.351	5,0%	33,6%
4	COMERCIAL ARAGON S.A.	\$ 397.110.047	2,9%	36,4%
5	T & P INGENIERIA Y MONTAJES ELECTRICOS S.A.	\$ 296.104.401	2,1%	38,6%
6	DISTRIBUIDORA TECNICA ELECTRICA VITEL S.A.	\$ 288.980.610	2,1%	40,7%
7	ELECTROCOM S.A.	\$ 267.565.920	1,9%	42,6%
8	CRISTIAN VERDEJO Y OTRA LTDA.	\$ 256.537.530	1,9%	44,5%
9	ABENGOA CHILE S.A.	\$ 244.257.578	1,8%	46,3%
10	CHILEMAT S.P. A.	\$ 231.487.515	1,7%	47,9%
11	COMERCIAL & LOGISTICA GENERAL S.A.	\$ 212.120.800	1,5%	49,5%
12	INGENIERIA PROYECTOS Y MONTAJES PROPAMAT S.A.	\$ 197.817.753	1,4%	50,9%

Tabla 40 – Ingresos por clientes año 2016. Elaboración propia

12.11 ANEXO 11: “Imágenes de inventario bodega producto terminado”



Figura 18 – Bodega de producto terminado

12.12 ANEXO 12: “Vista principal del Panel de Control del Modelo de inventario”. Elaboración propia

				PANEL DE CONTROL			
				PRODUCTOS "A"			
				PRODUCTOS ALTA ROTACION			
				PRODUCTOS BAJA ROTACION			
				INVERSION EN INVENTARIO			
				BORRAR DATOS FILTRADOS			
DATOS	INDICADORES POR CODIGO	INDICADORES ABC	INDICADORES POR CATEGORIA				
CATEGORIAS	FORMULAS	INFORME ANUAL	PRONOSTICO				

Figura 19 – Panel de control del modelo de inventario. Elaboración propia

12.13 ANEXO 13: “Vista parcial de la sección “Datos” del Modelo de inventario”.
Elaboración propia

ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO Y ORDENES DE PRODUCCION						
CODIGO	CATEGORIA	Inventario Actual (Kg Cu)	Inventario mínimo (kg Cu)	Stock seguridad (kg Cu)	Punto de reorden (Kg Cu)	Duración
02GC1102005	GC	10487	1608	137916	139524	
02CN1001001	CN	8540	406	111227	111632	
02CN0901002	CN	7261	412	98367	98779	
02CN1001003	CN	9612	232	63633	63865	
02CN1001002	CN	10052	224	61418	61642	
02GC1202005	GC	14536	579	61351	61930	
02CN0901001	CN	9056	225	53789	54015	
02CN0901003	CN	9487	145	34539	34684	
02CC1001001	CC	371	86	24104	24190	
02CG1001001	CG	1634	254	17812	18066	
02DH5201001	DH	4639	188	16251	16439	
02DH5001001	DH	3067	142	14819	14961	
02DH5001003	DH	2039	134	13920	14053	
02CG1001003	CG	2529	197	13820	14017	
02DH5001002	DH	3763	129	13490	13619	
02CG1001002	CG	347	189	13246	13435	
02CC1001002	CC	631	45	12622	12667	

Figura 20 – Sección datos del modelo de inventario. Elaboración propia

12.14 ANEXO 14: “Vista parcial de la sección “Categorías” del Modelo de inventario”.
Elaboración propia

PANEL DE CONTROL

CATEGORIA	Promedio de venta prom cobre(kg/mes)	Promedio de Desviación venta	Promedio de Venta por pedido (Kg cobre)	Prom
AC	1763	134%	810	
AD	1199	34%	302	
CC	1413	304%	1267	
CD	270	191%	118	
CF	9	234%	30	
CG	2166	66%	381	
CJ	555	54%	80	
CN	11895	87%	154	
DB	119	165%	143	
DH	2221	64%	142	
E1	112	245%	268	
E2	25	504%	74	
E4	6	441%	38	
EB	878	145%	379	
EC	68	587%	271	
EK	9	268%	26	
EM	1	318%	4	
EP	108	341%	111	
ET	2	331%	7	

Figura 21 – Sección categorías del modelo de inventario. Elaboración propia

12.15 ANEXO 15: “Vista de tablas resumen de la sección “Carretes” del Modelo de inventario”. Elaboración propia

Capacidad total Carretes	3000	m3
Capacidad total Racks	1176	m3

CARRETES AISLADOS		
Nº Carretes	166	
Volumen Carrete AG	2.42	m3
Capacidad Requerida	402	m3
Capacidad Utilizada	5053	m3
Capacidad Disponible	-2053	m3
Capacidad Utilizada	168%	
Capacidad Requerida	13%	

RACKS	
Nº compartimientos requeridos	630
Nº compartimientos totales	264
Nº compartimientos utilizados	223
Nº compartimientos disponibles	41
Capacidad Utilizada	84%
Capacidad Requerida	238%

CARRETES DESNUDOS		
Nº Carretes	282	
Volumen Carrete 1000 METROS	0.1	
Capacidad Requerida	28	m3
Capacidad Utilizada	110	m3
Capacidad Total	150	m3
Capacidad Disponible	40	m3
Capacidad Utilizada	74%	
Capacidad Requerida	19%	

ROLLOS DESNUDOS		
Capacidad requerida	0.5	m2
Capacidad total	60	m2
Capacidad utilizada	14	m2
Capacidad disponible	46	m2
Capacidad Utilizada	23%	
Capacidad Requerida	1%	

Figura 22 – Sección carretes del modelo de inventario. Elaboración propia

**12.16 ANEXO 16: “Vista de la sección “Indicadores ABC” del Modelo de inventario”.
Elaboración propia**

INDICADORES GENERALES POR CLASIFICACION ABC								
Clasificación	Nivel de Servicio	Z	Tiempo Promedio Entrega (días)	Inventario Actual (Toneladas)	Duración Promedio Inventario (días)	Número de Órdenes Pendientes	Toneladas Pendientes	Inversión Requerida
A	95%	1,65	3	250	28	42	771	32.941.766.919
B	90%	1,28	1,8	282	92	30	32	829.832.097
C	85%	1,04	1,7	268	10765	32	4	79.963.778

Figura 23 – Sección indicadores del modelo de inventario. Elaboración propia

**12.17 ANEXO 17: “Vista de la sección “Indicadores por producto” del Modelo de inventario”.
Elaboración propia**

PANEL DE CONTROL

INDICADORES VENTA

VENTA PROMEDIO MENSUAL Kg. Cobre

DESVIACION VENTA

VENTA POR PEDIDO Kg. Cobre

TIEMPO ENTRE PEDIDOS Dias

TIEMPO DE ENTREGA Dias

INDICADORES INVENTARIO

INVENTARIO ACTUAL Kg. Cobre

INVENTARIO MINIMO Kg. Cobre

STOCK DE SEGURIDAD Kg. Cobre

PUNTO DE REORDEN Kg. Cobre

INVENTARIO Dias

INDICADORES PRODUCCION

ORDENES PENDIENTES Kg. Cobre

COBRE REQUERIDO Kg

PVC REQUERIDO Kg

TIEMPO DE PRODUCCION Horas

INVERSION REQUERIDA

Figura 24 – Sección indicadores del modelo de inventario. Elaboración propia

**12.18 ANEXO 18: “Vista de tablas resumen de la sección “Productos A” del Modelo de inventario”.
Elaboración propia**

Datos Generales	
Nº Productos "A"	50
Nº Órdenes Pendientes	42
Orden Promedio (Ton Cobre)	18,4

	Toneladas
Inventario Actual	250
Órdenes Pendientes	771
Inventario Normalizado	1021
% Utilización Bodega Actual	23%
% Utilización Bodega Norm.	93%

Figura 25 – Sección productos A del modelo de inventario. Elaboración propia

12.19 ANEXO 19: “Vista de tablas resumen de la sección “Productos alta rotación” del Modelo de inventario”. Elaboración propia

Datos Generales	
Nº de Referencias	89
Orden Promedio (Ton Cobre)	8,9
Orden Desviación (Ton Cobre)	21,7

	Toneladas
Inventario Actual	153
Órdenes Pendientes	796
Inventario Normalizado	949
% Utilización Bodega Actual	14%
% Utilización Bodega Norm.	86%

Duración de Inventario	
Menor a 10 días	
Inventario Actual (Ton Cobre)	70,6
Orden pendiente (Ton Cobre)	623,2
Entre 10 y 20 días	
Inventario Actual (Ton Cobre)	58,3
Orden pendiente (Ton Cobre)	151,2
Entre 20 y 30 días	
Inventario Actual (Ton Cobre)	24,0
Orden pendiente (Ton Cobre)	21,5

Figura 26 – Sección productos de alta rotación del modelo de inventario. Elaboración propia

12.20 ANEXO 20: “Vista de tablas resumen de la sección “Productos baja rotación” del Modelo de inventario. Elaboración propia

Datos Generales	
Nº Referencias	118
Nº Ventas promedio al año	8
Venta por pedido (Kg cobre)	63

Inversión en Inventario	
Inversión actual	2.905.426.435
Cobre (Toneladas)	206
PVC (Toneladas)	156

Duración de Inventario	
Entre 1 y 3 años	
Nº de Referencias	31
Nº Ventas promedio al año	14
Venta por pedido (Kg cobre)	136
Inversión	879.807.449
Cobre (Toneladas)	73
PVC (Toneladas)	55
Entre 3 y 5 años	
Nº de Referencias	32
Nº Ventas promedio al año	10
Venta por pedido (Kg cobre)	65
Inversión	1.069.041.022
Cobre (Toneladas)	48
PVC (Toneladas)	34
Mayor a 5 años	
Nº de Referencias	55
Nº Ventas promedio al año	4
Venta por pedido (Kg cobre)	21
Inversión	956.577.964
Cobre (Toneladas)	84
PVC (Toneladas)	66

Figura 27 – Sección productos baja rotación del modelo de inventario. Elaboración propia

12.21. ANEXO 21: “Vista de tablas resumen de la sección “Inversión inventario” del Modelo de inventario”. Elaboración propia

Datos Generales		Inversión en Inventario	
Inversión (millones)	25236	5% de Referencias	20
Cobre Consumido (Toneladas)	800	Inversión (millones)	17573
PVC Consumido (Toneladas)	514	Inversión (%)	70%
		15% de Referencias	62
		Inversión (millones)	6209
		Inversión (%)	25%
		80% de Referencias	335
		Inversión (millones)	1454
		Inversión (%)	6%

Figura 28 – Sección inversión en inventario del modelo de inventario. Elaboración propia

12.22 ANEXO 22: “Vista de tablas resumen de la sección “Informe” del Modelo de inventario”. Elaboración propia

NIVEL DE INVERSION EN INVENTARIO				
Clasificación	% Clasificación	Inversión en pesos	% de inversión	
A	12%	\$ 15.258.884.320	60,5%	
B	22,5%	\$ 4.028.809.589	16,0%	
C	65,5%	\$ 5.948.620.893	23,6%	
Valorización inventario		\$ 25.236.314.803		

MATERIA PRIMA EN INVENTARIO			
Clasificación	Ton. de Cobre	Ton. de PVC	
A	250	106	
B	282	194	
C	268	213	
Total	800	514	

Lista de conductores más vendidos						
	Codigo	Venta (kg/mes)	Inversion	Kg Cobre	Kg Pvc	
1	02GC1102005	83808	\$ 21.433.890	\$ 10.487	\$ 4.465	
2	02CN1001001	67609	\$ 129.444.176	\$ 8.540	\$ 3.886	
3	02CN0901002	59794	\$ 91.699.712	\$ 7.261	\$ 4.095	
4	02CN1001003	38680	\$ 631.862.604	\$ 9.612	\$ 4.374	
5	02CN1001002	37335	\$ 1.376.932.500	\$ 10.052	\$ 4.574	
6	02GC1202005	37288	\$ 343.285.211	\$ 14.536	\$ 4.692	
7	02CN0901001	32698	\$ 935.080.759	\$ 9.056	\$ 5.108	
8	02CN0901003	20996	\$ 2.635.471.018	\$ 9.487	\$ 5.351	
9	02CC1001001	14449	\$ 1.353.368	\$ 371	\$ 171	
10	02CG1001001	10813	\$ 36.164.738	\$ 1.634	\$ 970	
11	02DH5201001	9876	\$ 12.386.003	\$ 4.639	\$ 901	
12	02DH5001001	9006	\$ 93.169.835	\$ 3.067	\$ 786	
13	02DH5001003	8460	\$ 78.690.400	\$ 2.039	\$ 523	
14	02CG1001003	8388	\$ 419.453.810	\$ 2.529	\$ 1.501	
15	02DH5001002	8198	\$ 444.162.241	\$ 3.763	\$ 964	
			\$ 7.250.590.266	\$ 97.074	\$ 42.359	

Figura 29 – Sección informe del modelo de inventario. Elaboración propia