

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Excelencia que trasciende

DELVALLE
GRUPO EDUCATIVO

“PROPUESTA DE MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS DE INSUMOS PARA UNA SIDERÚRGICA EN ESCUINTLA, GUATEMALA”

Trabajo de graduación presentado por Diego Rolando Miranda Catalán para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala

2014

**“PROPUESTA DE MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS
EN UNA SIDERÚRGICA EN ESCUINTLA, GUATEMALA”**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Excelencia que trasciende

DELVALLE
GRUPO EDUCATIVO

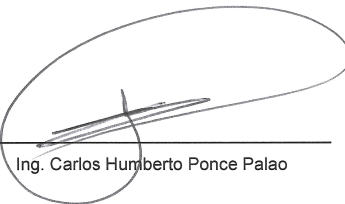
“PROPUESTA DE MEJORA Y ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPRAS DE INSUMOS PARA UNA SIDERÚRGICA EN ESCUINTLA, GUATEMALA”

Trabajo de graduación presentado por **Diego Rolando Miranda Catalán** para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

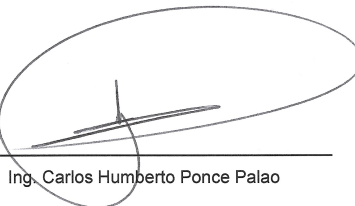
Guatemala


2014

Vo. Bo. :

(f) 
Ing. Carlos Humberto Ponce Palao

Tribunal Examinador

(f) 
Ing. Carlos Humberto Ponce Palao

(f) 
Ing. Antonio Medrano

(f) 
Ing. Guillermo Callén

Fecha de aprobación: Guatemala 21 de enero, 2014

PREFACIO

Se establece a la Corporación Aceros de Guatemala S.A. como la empresa objeto de estudio debido a su importancia e influencia en el sector industrial. Es una empresa nacional con 60 años de existencia.

Se agradece a Ing. Carlos Ponce, por su asesoría, Lic. Rodrigo Gabriel, Inga. Clara Quezada por compartir sus conocimientos. Se agradece también el apoyo e toda persona que estuvo involucrada en el proceso desde el personal de bodega hasta el departamento de planificación.

ÍNDICE

PREFACIO	vi
LISTADO DE TABLAS	ix
LISTADO DE GRÁFICAS	x
LISTADO DE DIAGRAMAS	xi
LISTADO DE FÓRMULAS	xii
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. GENERALIDADES	2
A. Justificación.....	2
B. Objetivos.....	2
C. Metodología.....	3
III. MARCO TEÓRICO	4
A. Generalidades de la empresa.....	4
IV. CONCEPTOS	12
A. Inventario.....	12
B. Rotación de inventario.....	13
C. Nivel de inventario.....	14
D. Clasificación ABC.....	14
E. Demanda independiente y dependiente.....	15
F. Lote económico de pedido (Economic Order Quantity, EOQ).....	15
G. Modelo de revisión continua.....	17
H. Modelo de revisión periódica.....	19
I. Inventario de seguridad.....	21
V. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	22
A. Comunicación.....	22
B. Proceso de revisión.....	22
C. Inventario.....	29
D. Diagrama de causa y efecto.....	30
VI. ANÁLISIS PARA LAS MEJORAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS..	33
A. Reporte de cobertura.....	33
B. Elaboración de base de datos de insumos.....	34

C. Clasificación de Inventario ABC.....	35
D. Clasificación ABC multicriterio.....	37
E. Coeficiente de variabilidad	39
F. Modelo de revisión continua.....	41
G. Modelo de revisión periódica.....	46
H. Obsoletos.....	53
VII. IMPACTO FINANCIERO DE MODELOS PROPUESTOS.....	54
A. Análisis de costos por inventarios promedios.....	54
B. Análisis de costos por obsolescencia.....	59
VIII. CONCLUSIONES.....	61
IX. RECOMENDACIONES.....	62
X. BIBLIOGRAFÍA.....	63
XI. GLOSARIO.....	64

LISTADO DE TABLAS

No.	Tabla	Página
1	Listado de insumos	9
2	Grados de acero producidos	11
3	Nivel de servicio	21
4	Existencias 2013 vs Consumo 2013	29
5	Familia de productos	34
6	Elaboración de base de datos de insumos	34
7	Puntuación por clase	35
8	Clasificación ABC por costo	36
9	Clasificación ABC por rotación	37
10	Criterio de clasificación ABC	37
11	Clases y porcentajes	38
12	Nuevas clases y porcentajes	40
13	Modelo de revisión continua insumos clase A	42
14	Cantidad óptima de contenedores ordenados	43
15	Costo de almacenaje (k) elevado	44
16	Costo de almacenaje (k) disminuido	44
17	Modelo de revisión periódica insumos clase B y C	47
18	Insumos con periodo de revisión mayor a un año	49
19	Propuesta de nuevo reporte de cobertura	49
20	Periodos de revisión ajustados por grupo	50
21	Posición de revisión por grupo	51
22	Simulación de revisión mes de marzo	51
23	Costo de obsoletos	53
24	Escenario 1, Cálculo inventario promedio según datos históricos	55
25	Inversión de ahorro escenario 1	56
26	Escenario 2, Costo inventario promedio con un aumento de 25% en la demanda.	57
27	Escenario 3, Costo inventario promedio con una disminución de 25% en la demanda.	58
28	Costo de obsoletos	60
29	Costo de oportunidad	60

LISTADO DE GRÁFICAS

No.	Gráfica	Página
1	Organigrama departamento de compras y bodega	6
2	Clasificación de compra	8
3	Destinos de palanquilla de acero	10
4	Comportamiento de un EOQ	16
5	Costo mínimo	17
6	Modelo de revisión continua	18
7	Modelo de revisión periódica	20
8	Porcentaje que representa cada clase	38
9	Porcentaje que representa del valor total del inventario	39
10	Insumos que aplican a un modelo EOQ	40
11	Nuevo porcentaje que representa del valor total del inventario	41
12	Ahorro vs Costo de Inventario	56
13	Comparación de escenarios	50

LISTADO DE DIAGRAMAS

No.	Diagrama	Página
1	Proceso de compra de insumos	25
2	Proceso de revisión de insumos	27
3	Proceso de orden de compra	28
4	Causa y efecto	30
5	Proceso de revisión continua propuesto	45
6	Proceso de revisión periódica propuesto	52

LISTADO DE FÓRMULAS

No.	Fórmula	Página
1	Rotación de inventario	14
2	Periodo de rotación	14
3	Cálculo del costo total anual	16
4	Cantidad óptima	17
5	Número de pedidos	18
6	Periodo entre pedidos	18
7	Punto de pedido	19
8	Periodo revisión	20
9	Inventario objetivo	20
10	Inventario de seguridad	21
11	Índice de consumo	23
12	Inventario promedio	42

RESUMEN

El siguiente trabajo presenta propuesta de mejora y estandarización en el proceso de compra de insumos en una siderúrgica en Escuintla, Guatemala. En el área de compras se cambió en mayo de 2012 al Gerente de Insumos, persona que tiene a su cargo realizar las compras de insumos y llevar el control de niveles de inventarios para la misma área. El motivo del cambio fue la búsqueda de la mejora continua. Anteriormente la persona encargada llevaba el control de una forma empírica y sin modelos de ingeniería que apoyaran a la toma de decisiones de la compra de los insumos.

Aceros de Guatemala S.A. produce gran variedad de productos para la construcción y derivados del acero. El rol del negocio se concentra en todo lo relacionado con el sector de construcción. Posee el parque siderúrgico más grande de Centroamérica. Una de las naves dentro del parque es la de Acería. Esta se encarga de producir las palanquillas de acero que luego serán utilizadas en otros procesos dentro del parque. Debido a que es prácticamente imposible mantener la calidad de la chatarra, que no depende de la empresa, se posee con una amplia gama de insumos necesarios para la producción de palanquillas por lo que es necesario la aplicación de modelos de control de inventario que permitan una mejor gestión y toma de decisiones más favorables para la empresa.

El motivo principal por el cuál se lleva a cabo este proyecto es debido a que se desea minimizar la inversión en los inventarios de la bodega de insumos. Identificando todo producto que es crítico para la producción de palanquilla e identificando todo insumo que represente una rotación baja y/o valor alto y no tenga uso futuro en el proceso.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la búsqueda de la mejora continua, mejora de procesos y tiempos, disminución de costos, aumento de producción etc., va de la mano con la investigación. Queda claro que el objetivo de toda empresa es generar la mayor cantidad de utilidades posibles, pero para lograr extender el porcentaje de utilidades es importante realizar un análisis de los procesos que la fabricación del producto conlleva.

Hoy en día las empresas aumentan la variedad de sus productos no solo verticalmente sino también horizontalmente. Esto quiere decir que la gama de productos de una empresa es amplia y requiere de gran cantidad de maquinaria y equipo, mano de obra, materia prima e insumos.

Aceros de Guatemala tiene una alta rotación de los insumos para la producción de planchillas de acero. Por lo que un control y manejo adecuado de los inventarios contribuye a una mejor eficiencia y resultados en costos.

Actualmente no existe una planificación o modelo de pedidos que permita abastecer a la acería. El control que se lleva es inexacto debido a que no se cuenta con la información y las herramientas de ingeniería para poder desarrollar un modelo y sistema que facilite y optimice los pedidos de los insumos. El porcentaje de insumos con baja rotación es alto así como el costo de tener los activos sin movimiento, el espacio en las bodegas de la planta está designado para ciertos insumos, pero en ocasiones la bodega se ve forzada a reacomodar otros productos en lugares que no le corresponden debido al ingreso descontrolado de insumos. También se ha corrido el riesgo de paros de producción por falta de insumos críticos.

II. GENERALIDADES

A. Justificación

En la empresa objeto de estudio se identificó como problema la inexistencia de una planificación de pedidos o modelo que permita abastecer a la acería de manera óptima, por lo que actualmente se abastece con un grado de incertidumbre en factores claves como qué, cuánto y cuándo pedir además de no contar con un inventario de seguridad establecido.

Por lo que el control de los inventarios y compra de los insumos se lleva de manera empírica. Esto genera pérdida de tiempo ya que no se tiene seguridad de los índices de consumo así como de las cantidades en los inventarios. Esto conlleva a un inventario desmedido de insumos en bodega que generan altos costos financieros que impactan negativamente en los estados de resultados, cuando el objetivo de la administración de inventarios es proporcionar los inventarios requeridos para sostener las operaciones al costo más bajo posible.

Ya que se cuentan con diferentes grados de acero por su composición química, la producción depende mucho de qué grado se está demandando más. Esto ocasiona que el inventario de insumos sea amplio.

Se desea determinar un modelo adecuado para la optimización de pedidos que tenga como base factores como qué, cuánto y cuándo pedir. Con el fin de que la aplicación del modelo genere una disminución de inventario y finalmente se vea reflejado en una inversión económica y costo menor cumpliendo los requerimientos de abastecimiento.

B. Objetivos

1. Objetivo general

Realizar una propuesta de un modelo para mejorar y estandarizar el proceso de compras de insumos para la producción de acero

2. Objetivos específicos

- a. Realizar un análisis para establecer la situación actual del proceso de compras.
- b. Realizar una clasificación de inventarios ABC para establecer los índices de consumo y definir insumos críticos.

- c. Calcular los niveles adecuados de inventario de seguridad, punto de reorden y lote máximo para materiales básicos de producción.
- d. Establecer una planificación estratégica de requerimiento de materiales de acuerdo a los índices de consumo.
- e. Determinar el impacto financiero del modelo propuesto en los costos del inventario de insumos.

C. Metodología

Se realizará una clasificación de inventarios ABC mediante el análisis de factores como representación económica, rotación e incidencia en inventario y vigencia de insumos. Para la clasificación ABC se tomará como base el principio de Pareto 80-20.

Una vez clasificados los insumos se procederá a identificar las tendencias de los consumos de insumos y se relacionará con un análisis de inventarios llevado a cabo mediante herramientas como: causa y efecto, cinco porqué's, que proporcione la información suficiente para poder realizar análisis para mejorar la gestión del control de los inventarios de insumos.

Ya establecidos los análisis de apoyo en la gestión de inventarios se realizará un diagrama de flujo de operaciones donde también se analizará los costos de transporte, costos de almacenaje y costos de pedido, con esto podemos establecer un inventario de seguridad mediante la aplicación de criterios como demanda proyectada y lead time de los insumos, con lo que se establecerá un punto de reorden y un lote máximo.

Como resultado se propondrá una planeación de requerimiento de materiales en base a los índices de consumo y se propondrá realizar pruebas con éste modelo para poder analizar su desempeño. Por último se determinará el impacto financiero en los costos del inventario de insumos.

III. MARCO TEÓRICO

A. Generalidades de la empresa

1. Antecedentes de la empresa. Aceros de Guatemala S.A. es una empresa que inició como una distribuidora de materiales para la construcción, y en 1963 inicia operaciones como empresa individual. En 1987 adquiere Industria de Tubos y Perfiles S.A. (INTUPERSA), industria dedicada a la fabricación de tubos y perfiles, cuatro años más tarde inicia la construcción del complejo industrial dedicado a la siderurgia conocido como Siderúrgica de Guatemala S.A. (SIDEGUA).

Aceros de Guatemala que actualmente cuenta con alrededor de 1800 colaboradores, se dedica a la fabricación de productos como palanquillas de acero, varilla corrugada, perfiles, malla electro soldada, productos trefilados, tubería, cañería y costanera. Actualmente cuenta con tres plantas productivas SIDEGUA, INTUPERSA y Aceros de Guatemala Z.12. Esta última cerrará operaciones por completo en el 2014 ya que se está ejecutando el traslado a la planta de SIDEGUA en el km 62.5 Masagua, Escuintla.

Desde el 2008 Aceros de Guatemala se une al grupo GERDAU, que es un líder en la producción de aceros largos en el Continente Americano. Cuenta con alrededor de 45mil colaboradores y tiene operaciones en 14 países alrededor del mundo teniendo así una capacidad instalada superior a 25 millones de toneladas de acero al año.

2. Misión. En corporación Aceros de Guatemala, fabricamos y distribuimos productos de acero con calidad certificada en un ambiente seguro, con un equipo humano especializado y motivado, comprometidos con nuestros clientes, la sociedad y el cuidado del medio ambiente.

3. Visión. Mantener el liderazgo en Guatemala y el resto de Centro América, en la fabricación y distribución de productos de acero para la construcción y otros sectores, identificados y comprometidos con los altos estándares de la siderurgia a nivel internacional.

4. Valores

- a. Honestidad y rectitud
- b. Actitud responsable
- c. Calidad en todo lo que se hace
- d. Personas leales, comprometidas y realizadas
- e. Seguridad en el ambiente de trabajo
- f. Cliente satisfecho

5. Ubicación geográfica. Las oficinas centrales de la empresa se encuentran en Av. Las Américas 18-81 z.14. Aquí están ubicados los departamentos de compras, créditos, contabilidad, cuentas por pagar y gerencias. La planta de INTUPERSA se encuentra ubicada en 9av Col. Alvarado 3-17 z.2 de Mixco. La planta de SIDEGUA se encuentra ubicada en km 62.5 antigua carretera a Masagua, Escuintla. Actualmente se está llevando a cabo el traslado de la planta de la Z.12 a éste parque industrial.

6. Departamento de compras. En la **Gráfica 1** observamos un organigrama que corresponde al departamento de compras y la bodega que juntos conforman el equipo de abastecimiento para toda la Corporación Aceros de Guatemala S.A. Este departamento se encarga de recibir las solicitudes de compra a través del sistema y solicitudes físicas.

Existen tres tipos de clasificaciones para una compra:

- Compra Normal → Compra solicitada por el usuario con un plazo mayor o igual al tiempo de entrega definido para el ítem o categoría del material.
- Compra Urgente → Compra solicitada por el usuario con el plazo menor que el tiempo de entrega definido para el ítem o categoría del material.
- Compra de Emergencia → Aquella compra cuya necesidad de entrega es inmediata (dos días hábiles máximo), que de no realizarse puede poner en riesgo la integridad de las personas, el patrimonio de la empresa o puede traer prejuicios relevantes a la continuidad de la producción.

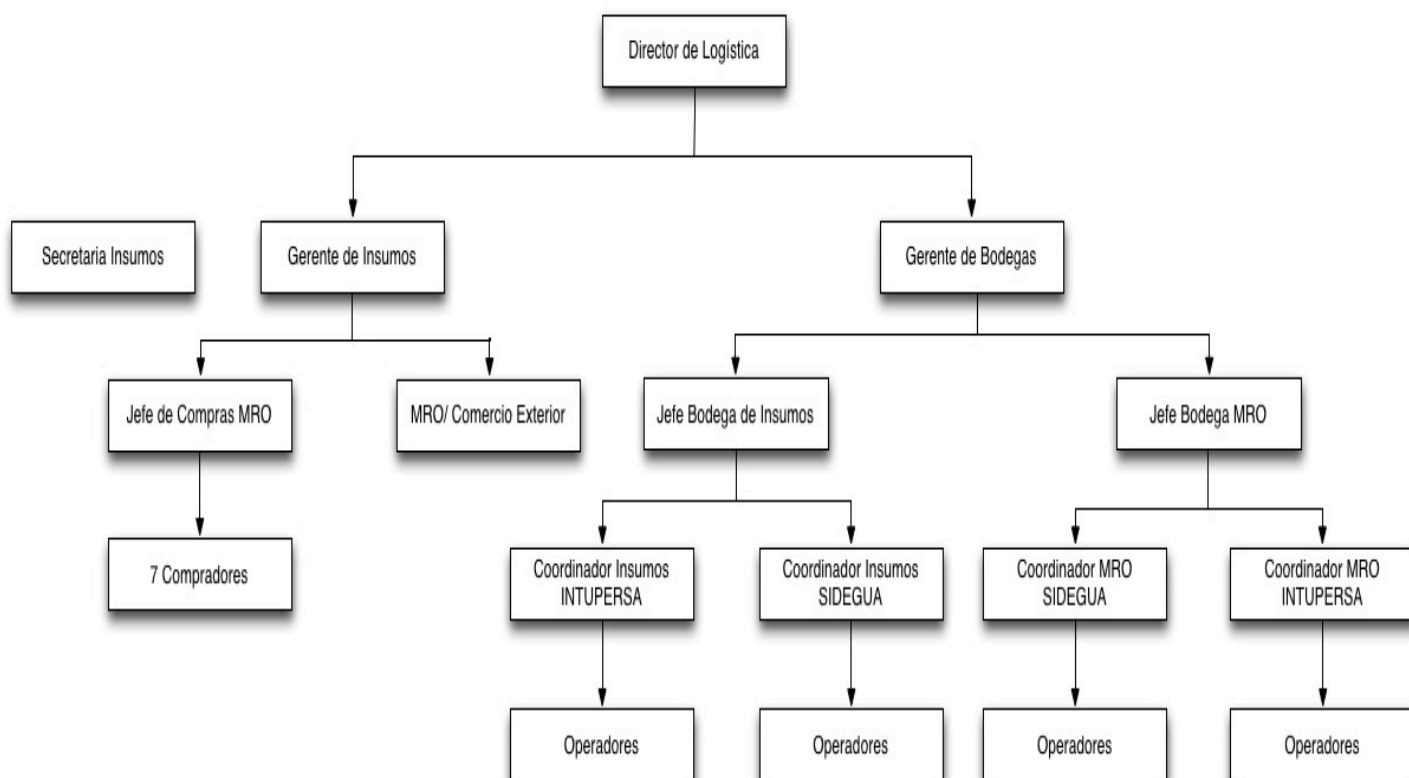
En el caso de las compras de MRO, servicios y demás es completamente obligatorio por parte del comprador cotizar por lo menos tres opciones diferentes de proveedores, esto con la finalidad de poder elegir mejores tiempos de entrega, precios y/o calidad. El Gerente de Insumos y el Jefe de Compras MRO tienen establecidos ciertos montos que ellos están en capacidad de autorizar. Para el caso de Gerente de Insumos puede autorizar compras de hasta Q 10,000.00 máximo, explícitamente deben de ser quetzales. El Jefe de Compras MRO por su parte tiene un monto asignado para autorizar de hasta Q 5,000.00. Para el caso

en que las cotizaciones llegaran a superar esos montos deben ser autorizados por la gerencia y junta directiva.

Para el caso de los insumos queda a discreción del Gerente de Insumos buscar la mejor opción en calidad, tiempo de entrega y precio. En este caso no es necesario que las cotizaciones de los insumos sean autorizadas por la gerencia o junta directiva.

El gerente de insumos es quien se encarga de llevar el control de la compra de los insumos para el abastecimiento de la acería. Debe llevar un estricto control y rutina de seguimientos a las órdenes colocadas para evitar retrasos en las entregas. Parte del proceso del departamento de compras consiste en transferir al departamento de importaciones todos los documentos necesarios para poder darle ingreso legal al país cualquier insumo y/o producto.

Gráfica 1. Organigrama departamento de compras y bodega.



Las bodegas tienen a su cargo la recepción, despacho y el control de los inventarios de los distintos materiales e insumos dependiendo del caso. Además es en las bodegas donde

se ingresan y registran las solicitudes de compra y son las mismas las encargadas de asegurarse que la solicitud de compra llegue al departamento de compras para su gestión.

La bodega de insumos no lleva un control de registro de solicitudes de compra ya que el control de los inventarios los lleva el Gerente de Insumos y queda a criterio de ésta persona conjuntamente con el Gerente de Planta de Acería el requerir la compra, volumen que depende de los inventarios y las proyecciones de producción según el Departamento de Planificación.

8. Departamento de Importaciones. Este departamento tiene como función principal los trámites aduanales correspondientes de todo producto adquirido por Aceros de Guatemala S.A

Entre los procesos que están bajo el cargo de éste departamento es el pago de todo trámite aduanal y presentación de todos los requisitos legales para poder desaduanar lo adquirido en el extranjero y hacer los trámites de importación a Guatemala.

Además también tiene a su cargo el manejo y flete de los productos y/o insumos dentro del país. Tiene la obligación de velar por las entregas a las bodegas en que se haya requerido lo que se compró.

A este departamento se le transfiere toda la papelería que concierne a la compra.

9. Departamento de planeación. Los objetivos proporcionan la dirección para todas las decisiones y acciones gerenciales y forman los criterios contra los que se miden los logros.¹

La planeación la realizan por completo los gerentes del nivel más alto, quienes frecuentemente son asistidos por un departamento de planeación formal¹.

El departamento de planeación tiene relación directa con departamento de ventas, producción y compras. Este departamento es clave en la producción de palanquilla de acero ya que planifica las cantidades y los grados de acero a producir.

La planificación de éste departamento va de la siguiente manera:

- Cada mes se planifican los siguientes tres meses.
- Cada tres meses se planifican los siguientes 18 meses.

¹ Robbin. S, y Coulter, M, 2010

Además de basarse en el PEX (pronóstico de ejecución corporativo) que es una planificación a tres años.

10. Proveedores. Entre los países proveedores de insumos para Aceros de Guatemala S.A. se encuentra México, Cuba, Colombia, Brasil, Alemania, Francia, Italia y China entre otros.

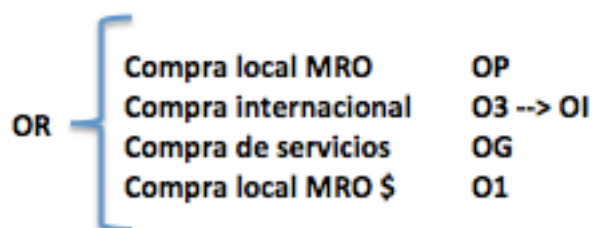
Es de suma importancia tomar en cuenta el tiempo de producción del insumo por parte del proveedor, el tiempo de tránsito total y el tiempo en que se realizan los trámites para ingresarlo al país. Cualquiera de estos tres tiempos son críticos en ciertos insumos y son factores claves a tomar en cuenta al momento de realizar una orden de compra ya que en ninguno puede influir el Gerente de Insumos.

11. Registro de órdenes de compra. Toda solicitud de compra es registrada con un número de OR, además de agregar en la solicitud el código del producto que será adquirido.

OR → Orden de requisición

En una OR se indica el tipo de compra que se realizará mediante la siguiente clasificación:

Gráfica 2. Clasificación de compra



Toda solicitud de compra debe ser registrada en la bodega e ingresada al sistema One Wolrd (OW), el cual asignará una OR. Para el caso de los insumos será el Gerente de Insumos quién se encarga de solicitar el número de OR para ser asignado a la compra, este proceso no lleva una solicitud de compra.

La línea de vida de una OR acaba con la creación de una orden de recibo(OV), toda OR sin importar que clasificación de compra obtuvo, debe de terminar con la OV que indica que

el producto o insumo adquirido fue recibido correcta y satisfactoriamente por el personal de bodega.

Existen otras clasificaciones de compra que son:

- OK → Compra de producto para la venta
- OL → Compra realizada por contrato establecido

12. Productos. En la siguiente tabla se muestra el listado de insumos, su código y su unidad de medida. El siguiente estudio estará basado únicamente en los que en ella se encuentran.

Tabla 1. Listado de insumos

Código	Descripción	U/M
INDE0052	ESCORIA REACTIVA LF	KG
LADR5029	ANCARBON KC73 SU T 7 SU545	UN
CARB5002	CARBURO DE SILICIO	KG
CONC5005	ANKERTUN 23 M CONCRETO	KG
PLAC5004	65490224GATE SET LWBDESLIZANTE	JU
FERR5003	FERRO VANADIUM 80	KG
ALUM6107	GRANALLA DE ALUMINIO	KG
CARB5001	CARBON ENCAPSULADO	KG
CONT5001	RSX-18-4-RR M T348	UN
KRUZ5001	KRUZITEM 9x4-1/2x2-1/2" RECTO	UN
LADR5032	C-BOND SUPER F799 CIRCULO-1	UN
BOQU5023	BOQUILLA DE 17.5 MM FAIM	UN

13. Grados de acero producidos. El acero es una aleación de varios elementos entre ellos: carbono, manganeso, silicio, cromo, níquel, vanadio y algunos otros como azufre, fósforo, etc. El carbono es el más importante y es el que determina sus propiedades mecánicas (Harmsen, T. 2005).

El acero es producido bajo las normas American Society for Testing Materials (ASTM). En Aceros de Guatemala se producen los siguientes grados de acero Grado 40, Grado 60, Grado 1015 y Grado 1008.

Gráfica 3. Destinos de palanquilla de acero.



Existen dos maneras de cargar la palanquilla obtenida en la planta de laminación:

- Cargar en caliente: se refiere cuando la palanquilla es enviada directamente de la nave de acería a la nave de laminación. La palanquilla sale de la nave de acería con una temperatura de aproximadamente 900°C y llega a la nave de laminación a 600°C.
- Cargar en frío: se refiere cuando la palanquilla es enviada al patio de almacenaje hasta que el departamento de planeación indica cuando procesarla.

Actualmente se obtienen dos medidas de palanquillas 150x150mm y 130x130mm. Cada medida tiene un uso específico, la medida de 150x150mm se utiliza para la producción de alambrón y varilla corrugada, mientras que la medida de 130x130mm se utiliza para la producción de perfiles y varilla corrugada.

Tabla 2. Grados de acero producidos

No.	GRADO DEL ACERO	BARRAS ALAMBRÓN	Rangos	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	Cu	Sn	Al	P+S	*Ceq	Resi			
1	G60 SD1041	BARRAS 1" A 1 3/8"	Mínimo	0.330	1.300	0.140											0.636	0.635		
			Óptimo	0.350	1.350	0.165												0.665	0.635	
			Máximo	0.370	1.300	0.190	0.040	0.040	0.130	0.130	0.030	0.300	0.040	0.005	0.060		0.693	0.635		
2	G60 SD1041	BARRAS 5/8" A 7/8"	Mínimo	0.360	1.050	0.150												0.641	0.635	
			Óptimo	0.390	1.100	0.175													0.670	0.635
			Máximo	0.400	1.150	0.200	0.040	0.040	0.130	0.130	0.030	0.300	0.040	0.005	0.060		0.698	0.635		
3	G60	BARRAS 3/8" y 1/2"	Mínimo	0.350	0.900	0.150												0.606	0.635	
			Óptimo	0.370	0.950	0.175													0.635	0.635
			Máximo	0.390	1.300	0.200	0.040	0.040	0.130	0.130	0.030	0.300	0.040	0.005	0.060		0.663	0.635		
4	G40 SD1021	BARRAS 3/4" A 1"	Mínimo	0.160	0.350	0.150												0.325	0.635	
			Óptimo	0.180	0.400	0.175													0.353	0.635
			Máximo	0.200	0.450	0.200	0.040	0.040	0.130	0.130	0.030	0.300	0.040	0.005	0.060		0.381	0.635		
5	G40 SD1016	BARRAS 3/8" A 5/8"	Mínimo	0.100	0.350	0.130												0.265	0.635	
			Óptimo	0.120	0.400	0.175													0.293	0.635
			Máximo	0.140	0.450	0.200	0.040	0.040	0.130	0.130	0.030	0.300	0.040	0.005	0.060		0.321	0.635		
6	G40 SD1015	BARRAS 3/8" Y MILIMÉTRICAS	Mínimo	0.090	0.300	0.150												0.246	0.635	
			Óptimo	0.110	0.350	0.175													0.275	0.635
			Máximo	0.130	0.400	0.170	0.040	0.040	0.130	0.130	0.030	0.300	0.040	0.005	0.060		0.303	0.635		
7	SD1010	ALAMBRÓN	Mínimo	0.050	0.000	0.150												0.156	0.635	
			Óptimo	0.070	0.150	0.175													0.201	0.635
			Máximo	0.100	0.300	0.200	0.030	0.030	0.130	0.130	0.030	0.300	0.040	0.005	0.060		0.256	0.635		
8	SD1008	ALAMBRÓN	Máximo	0.050	0.200	0.200	0.030	0.030	0.130	0.130	0.030	0.300	0.040	0.005	0.060		0.190	0.635		

*Datos multiplicados por un factor para proteger la información de la empresa.

IV. CONCEPTOS

A. Inventario

Según la Real Academia Española 2013 (RAE), inventario es el asiento de los bienes y demás cosas pertenecientes a una persona o comunidad, hecho con orden y precisión.

Podemos definir inventario como la acumulación de materiales, insumos, producto que posteriormente serán utilizados para satisfacer una demanda futura.

Entre las razones más importantes para mantener un inventario podemos encontrar.

- Capacidad de producción: Con el fin de programar la producción y establecer la capacidad, es necesario controlar la cantidad de materia prima, número de piezas, subensambles, etc. En pocas palabras el inventario debe de estar en un punto de equilibrio entre lo que se necesita y se procesa.
- Fluctuaciones de la demanda: Mantener un inventario significa poder cumplir la demanda en determinado momento por un determinado tiempo y/o cantidad. No se sabe con exactitud las fechas que pueda llegar a necesitarse lo que si se sabe es que la demanda debe satisfacerse a tiempo.
- Inestabilidad de suministros: Un inventario nos protege en las temporadas en que un producto puede estar escaso y encontrarlo es difícil.
- Ahorros: Las compras de artículos, insumos y/o materia prima en momentos adecuados y cantidades adecuadas puede representar un beneficio a la empresa a corto o mediano plazo ayudando a evitar el impacto de la inflación o bien de la variación de los precios de productos commodities.
- Descuentos por cantidad: En ocasiones conviene más adquirir cantidades más grandes ya que los proveedores ofrecen descuentos económicos por volumen de compra.

Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles que vigilan los niveles de inventario y que determinan aquellos a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y qué tan grandes deben ser los pedidos².

En los balances de una empresa los inventarios tienen un impacto muy alto. Recordando que la siguiente ecuación básica es: $\text{Activos} = \text{Pasivos} + \text{Capital}$. Lo que esto se refiere es que los activos son recursos que la empresa dispone, mientras que pasivos y capital constituyen la forma en que se financian dichos recursos.

² Chase; Jacobs; Aquilano, 2006

Usualmente los inventarios son tomados en cuenta entre los activos corrientes de la empresa, siempre y cuando su plazo de venta sea de un año.

Sin embargo a pesar de que los inventarios apoyan de gran manera a la producción de la compañía también le afecta ya que conlleva varios costos. Por lo que es adecuado un balance entre las cantidades que se tienen en inventario y los costos que estos representan.

La estructura del costo de inventario está compuesto por los siguientes tipos de costos:

- Costo del insumo, artículo o materia: Se refiere al costo de comprar y producir los artículos individuales del inventario.
- Costo por colocar pedidos: Se refiere al costo en que se incurre por la adquisición de insumos o lote de artículos. Este costo no depende de la cantidad adquirida sino de la creación, colocación y seguimiento de la orden hasta que llega a las bodegas donde será inventariado. Se considera un costo fijo que puede ser modificado cambiando la forma en que está diseñada la operación.
- Costo de capital: Los insumos que se tienen en inventario representan un capital que no está disponible para otros propósitos. Se ve representado por el costo de oportunidad de la empresa de poder invertir o asignar el dinero en otro lugar que genere más dinero.
- Costo de almacenaje: Este costo se ve afectado por el espacio físico donde es asignado el inventario. A este costo se le puede agregar el costo de mano de obra que implica la gestión interna en las bodegas de inventarios.
- Costo de obsolescencia: Se debe asignar éste costo a aquellos insumos que tienen un alto riesgo de hacerse obsoletos, a mayor riesgo, mayor costo.
- Costo por faltante: Este costo refleja las consecuencias económicas en las que se incurren por no tener insumos almacenados.

La determinación de los costos de inventario es muy difícil ya que puede quedar a criterio de la persona que esté realizando el análisis. Muchos otros costos pueden ser agregados o eliminados. El objetivo de los costos en los inventarios es poder mostrar la inversión económica realizada para poder mantener una unidad del producto en el almacén.

B. Rotación de inventario

La rotación es un indicador que mide la cantidad de veces que un inventario es renovado a lo largo del cierto periodo de tiempo. Una cifra alta por consiguiente indica que el inventario ha ingresado a bodega y ha sido consumido rápido.

Para el cálculo de la rotación se tienen las siguientes fórmulas:

Fórmula 1. Rotación de inventario.

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{Demanda (Consumo)}}{\text{Inventario Promedio}}$$

Fórmula 2. Periodo de rotación.

$$\text{Periodo de rotación (días)} = \frac{360}{\text{Rotación de inventario}}$$

El periodo de rotación en la fórmula anterior nos indica cada cuantos días un insumo que ingresó a bodega está siendo consumido por completo.

C. Nivel de inventario

En este punto cada departamento involucrado puede tener un punto de vista distinto, el financiero puede decir que el flujo de caja puede verse afectado por mantener un inventario de activos que no están siendo utilizados a corto plazo, el de producción se inclina por mantener un inventario de insumos alto para así evitar un paro de producción que pueda ocasionar un costo más elevado.

Lo que se busca en la gestión de inventarios es obtener un punto de equilibrio entre los niveles de inventario óptimos, disponer de los insumos suficientes para producir y que el flujo de caja de la empresa no sea afectado por tener una inversión alta en insumos que no estén generando ganancias a la empresa.

D. Clasificación ABC

Debido a que los recursos asignados para la gestión de inventarios son limitados se debe buscar la mejor manera de gestionar el inventario. Esto se resume en enfocarse en los insumos que mayor valor representan a la empresa.

La clasificación ABC basada en el principio de Pareto nos indica que la minoría de productos representa el mayor valor del inventario. El principio de Pareto tiene la siguiente lógica, la minoría con mayor importancia y la mayoría con menor importancia. Misma que puede ser aplicada en la vida cotidiana y gestión de inventarios.

La clasificación ABC, puede ser llevada a cabo de acuerdo a diferentes criterios tales como valor monetario, rotación, tamaño, peso, etc. La clasificación de los productos bajo los criterios mencionados usualmente está definido de la siguiente manera:

- Tipo A → Representan el 20% del total de productos en inventario, su valor representa el 75% del inventario.
- Tipo B → Representan el 30% del total de productos en inventario, su valor representa el 20% del valor del inventario.
- Tipo C → Representa el 50% del total de productos en inventario, su valor representa el únicamente el 5% del valor del inventario.

Esta clasificación anterior no indica que necesariamente deba ser de esa manera, simplemente nos da una aproximación al principio que utilizó Pareto. Nos sirve de referencia y queda a criterio de la persona que lo está utilizando.

E. Demanda independiente y dependiente

La demanda independiente está influenciada por las condiciones del mercado fuera del control de operaciones; es por lo tanto independiente de operaciones. Esto quiere decir que una empresa puede producir muchas piezas que entre sí no estén relacionadas pero que cubren alguna necesidad de la demanda externa.

La demanda dependiente por otro lado si está relacionada a la demanda de otro artículo. Esto lo que indica es que si una empresa desea producir cierto número de productos es necesario producir otros que componen al primero.

Por lo que la naturaleza de la demanda conduce a dos filosofías diferentes de administración de inventario. El tipo de demanda que el trabajo se presenta será únicamente independiente.

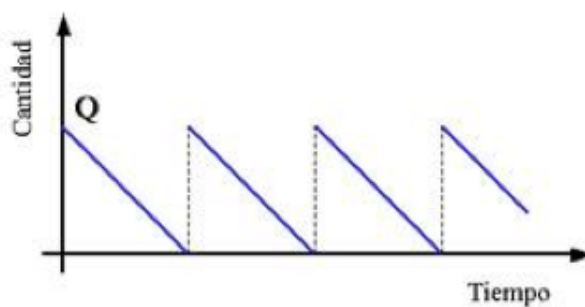
F. Lote económico de pedido (Economic Order Quantity, EOQ)

Modelo desarrollado por F. W. Harris en 1915. Éste modelo se puede utilizar para tomar decisiones de inventario óptimas cuando la demanda es determinística.

Para la aplicación del modelo EOQ se debe de tomar en cuenta ciertas suposiciones

- La demanda es determinística y ocurre a una tasa constante.
- Se incurre en un costo de pedido k .
- El tiempo de entrega es constante y se conoce.
- No se permite inexistencias.
- El precio por unidad de producto es constante.
- El costo por unidad-año de inventario de reserva es h .

Gráfica 4. Comportamiento de un EOQ.



Fórmula 3. Cálculo del costo total anual.

Costo Total Anual (CT)

= *Costo de compra anual + Costo de pedidos anual*
 + *Costo de mantenimiento anual*

$$CT = DC + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}h$$

Donde:

D = demanda anual

C = costo por unidad

Q = cantidad óptima a pedir

K = costo de hacer un pedido

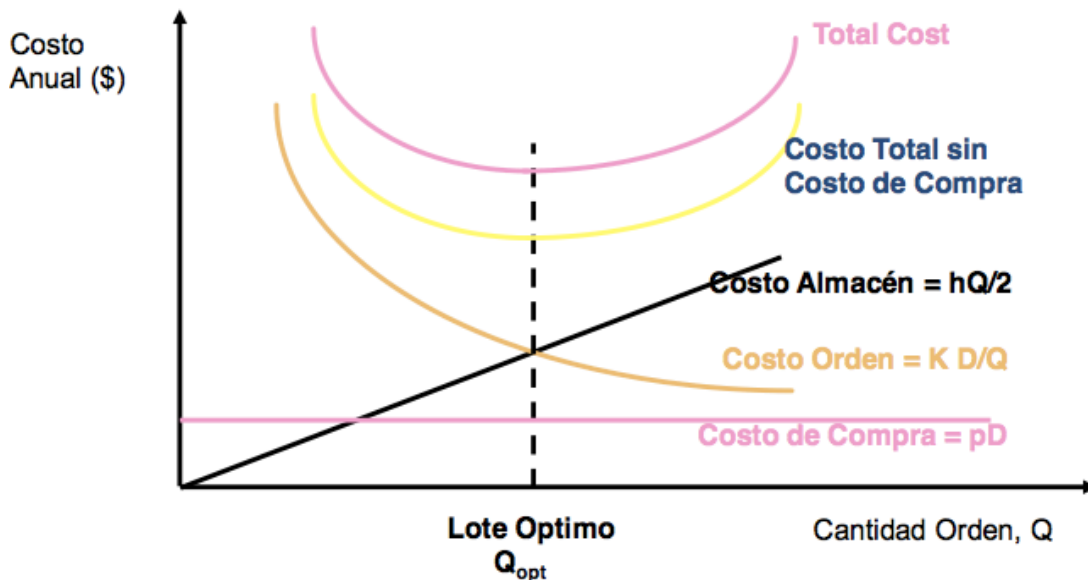
R = punto de reorden

L = tiempo de entrega

h = costo de mantener en inventario

Donde el pedido óptimo de compra es cuando el costo de hacer pedido anual, el costo de compra anual y costo de retención anual es el mínimo.

Gráfica 5. Costo mínimo.



Se sabe entonces que el costo total será mínimo cuando la pendiente de la curva sea cero. Al final de algunos cálculos matemáticos obtenemos la siguiente fórmula.

Fórmula 4. Cantidad óptima.

$$q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

Donde:

q^* = cantidad óptima de pedido

Generalmente la demanda es muy irregular. Esto puede deberse a la temporada, el clima o precios del mercado internacional. Por lo que para decidir si la demanda es lo suficientemente regular como para utilizar el uso de los modelos EOQ, se debe de determinar si la demanda es lo suficientemente constante.

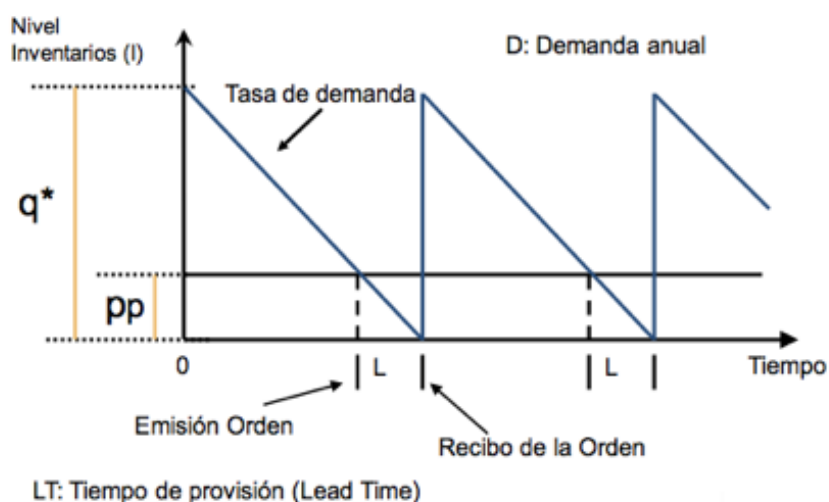
G. Modelo de revisión continua

En la vida real no se cuenta con una demanda constante. Por lo que en el siguiente modelo esta suposición se elimina y se acepta una demanda aleatoria. Todas las demás suposiciones planteadas del EOQ siguen aplicando a excepción de que no hay inexistencias y demanda constante.

En este modelo es importante definir que existencias disponibles se refiere a las cantidades que tenemos a la mano así como las que están en tránsito.

En este modelo de revisión continua, la posición de las existencias se monitorea después de cada transacción o de manera continua. Cuando la posición de las existencias cae por debajo del punto de reorden R preestablecido, se coloca una orden por una cantidad fija Q .

Gráfica 6. Modelo de revisión continua.



Np^* define el número óptimo de periodos anuales, este lo que nos indica es la cantidad de pedidos que serán realizados durante un periodo, por ejemplo un año.

Fórmula 5. Número de pedidos.

$$Np^* = \frac{D}{q^*}$$

Luego se obtiene el ciclo de la orden, es decir cada cuánto estará siendo colocada una nueva orden por cantidad de pedido óptima.

Fórmula 6. Periodo entre pedidos.

$$T^* = \frac{1}{Np^*}$$

La orden se recibe posteriormente después de un tiempo de entrega L y se repite el ciclo de reorden y recepción de material.

Por último queda únicamente definir el punto de reorden R , que es el nivel de existencias de inventario en el cuál se emite una nueva orden.

Fórmula 7. Punto de pedido.Si $L < T^*$

$$R = dL$$

Si $L > T^*$

$$R = d(Le)$$

Donde se define

$$Le = L - nT^*$$

n= entero no mayor que L/T^*

Con frecuencia el modelo de revisión continua es utilizado para los insumos de alto valor donde se desea conservar una baja inversión en el inventario de existencias de seguridad.

H. Modelo de revisión periódica

En ocasiones hay determinados insumos que la posición de existencias debe ser revisada cada R unidades de tiempo. Todas las suposiciones EOQ siguen aplicando.

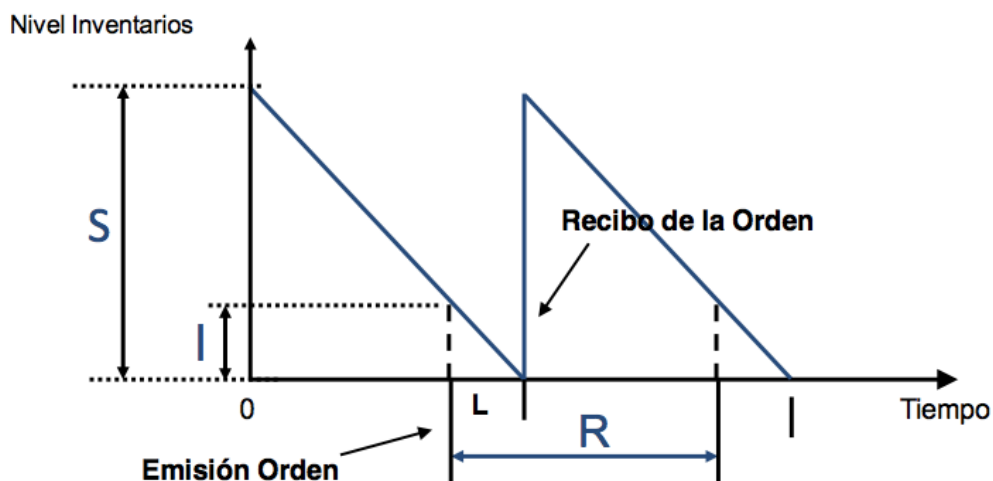
Este modelo es mayormente utilizado para productos que su valor no es tan alto en el inventario. Debido a que esto requiere una revisión periódica se deben mantener inventarios de seguridad que permitan tener un colchón de seguridad para que no se pare la producción durante el tiempo de entrega más el tiempo de revisión que cada insumo tendrá. Esto en pocas palabras quiere decir que el modelo de revisión periódica genera costos de almacenamiento más altos que el modelo de revisión continua.

Con este modelo a diferencia del modelo de revisión continua es posible predecir las veces que se hace un pedido al año.

En este modelo la posición cae de una forma irregular hasta que llega el periodo de revisión. Es en ese instante en que se coloca una orden que coloque la existencia en el nivel objetivo.

Gráfica 7. Modelo de revisión periódica.

- R : define un período fijo de revisión
- S: define un Inventario máximo



En este modelo se obtiene R de la siguiente manera

Fórmula 8. Periodo de revisión.

$$R = \sqrt{\frac{2K}{Dh}}$$

Donde:

- R = periodo de revisión
- K = costo por realizar una orden
- D = demanda anual
- h = costo de almacenaje

Esta ecuación proporciona un intervalo de revisión aproximadamente óptimo. Está claro que la demanda no debe ser marcadamente incierta.

Únicamente queda definir el nivel de inventario objetivo que es el número máximo que tendremos de existencias en el inventario.

Fórmula 9. Inventario objetivo.

$$T = m' + s'$$

Donde:

- T = nivel de inventario objetivo
- m' = demanda promedio durante R+L
- s' = inventario de seguridad

I. Inventario de seguridad

Se define como las existencias que se manejan además de la demanda esperada. Esto quiere decir que funciona como una especie de protección contra cualquier evento inesperado y que nos permita satisfacer parte de la demanda.

Ya definido que el inventario de seguridad será utilizado únicamente en el modelo de revisión continua, se procede con el cálculo del mismo.

Fórmula 10. Inventario de seguridad.

$$s' = z\sigma'$$

Donde:

s' = inventario de seguridad

z = nivel de servicio (factor de seguridad)

σ' = desviación estándar durante R+L

Por lo que para definir el nivel de confianza debemos de recurrir a la siguiente tabla que nos indica el valor que se debe de utilizar para cada uno de los niveles de confianza descritos en la misma.

Tabla 3. Nivel de servicio.

Nivel de servicio	z
80%	0.84
85%	1.04
90%	1.28
95%	1.65
100%	4

El modelo de revisión periódica es recomendable su uso cuando se ordenan múltiples insumos al mismo proveedor y que serán entregados en el mismo embarque. También se debe aplicar este modelo para artículos con un valor monetario no tan alto que pueden ser conservados en registros perpetuos de inventarios.

V. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Anteriormente la persona encargada del abastecimiento de los insumos en Aceros de Guatemala S.A. no llevaba control alguno sobre los mismos y su modelo consistía en saturar la bodega de insumos con el fin de estar cubierta siempre y así evitar un paro de producción en la planta de acería.

En el año 2012 una nueva persona ocupó el lugar de Gerente de Insumos y ha logrado una mejoría en el control de pedidos e inventarios en la bodega pero aún se gestiona de manera ineficaz debido a que se lleva de forma empírica y con un control mínimo en base a la demanda y consumos, aunque ocasionalmente se logra abastecer con cantidades óptimas a la acería en ocasiones se hace más con productos que no tienen mayor rotación en el inventario o bien no son tan críticos para la producción. Esto conlleva a un inventario desmedido de insumos en bodega que generan altos costos financieros que impactan negativamente en los estados de resultados, cuando la meta de la administración de inventarios es proporcionar los inventarios requeridos para sostener las operaciones al costo más bajo posible.

A. Comunicación

Actualmente se conoce el grado de acero a producir, pero se desconoce por parte del Gerente de Insumos las cantidades de los materiales que se utilizan en la producción de los diferentes grados. Es importante tomar en cuenta también que la producción de acero no mantiene una cantidad de consumos estándar de los insumos ya que la calidad de la chatarra indica las cantidades de ciertos insumos que hay que mezclar, también es importante tomar en cuenta que durante la producción los colaboradores mezclan ciertos insumos manualmente sin tomar una medida exacta por lo que esto puede variar los índices de consumo de los insumos.

B. Proceso de revisión

La forma en que se maneja el control de los insumos es mediante un libro de Excel, que se lleva en conjunto con el Gerente de Producción de Acería, Gerente de Insumos y el Coordinador de Bodega de Insumos. Actualmente no se cuenta con un software ERP (Enterprise Resourcing Planning) o algún otro software que permita realizar un plan maestro de producción y estén conectados con los departamentos de producción, compras, ventas y planeación. En este libro de Excel se lleva el control mediante cálculos entre cantidad actual y tiempos de entrega, tiempos de tránsito y tiempos en aduanas.

El libro de Excel que se lleva actualmente se revisa semanalmente y toma por lo menos un día, en ocasiones dos, la revisión completa y detenida para poder establecer qué insumos deben de ser adquiridos con el tiempo debido pero sin arriesgar la producción de la planta. Esta pérdida de tiempo afecta al Gerente de Insumos ya que es también quien está a cargo de compra de equipos, maquinaria y MRO que se compra en el exterior, por lo que la búsqueda y negociación de esas solicitudes de compra en ocasiones se retrasan o bien no son las adecuadas.

El libro tiene como base todos los insumos directos utilizados en la producción de acero y que son utilizados directamente por la planta de acería, entre ellos podemos encontrar ladrillos refractarios para las ollas hasta electrodos para los hornos eléctricos. También se lleva el control de ciertos insumos para otras plantas tales como laminación y trefilación.

La bodega lleva un control mediante tarjetas kardex de las entradas y salidas de los insumos, luego actualizan en el libro de control estos datos y es enviado semanalmente un reporte de inventarios al departamento de compras.

El sistema One World genera un reporte que muestra las órdenes de compra que están pendientes de despachar por parte del proveedor o bien de entrega a bodega. Semanalmente se obtiene éste reporte en el cuál se aplica un filtro para que despliegue únicamente las O1 y O3.

El reporte obtenido del OW junto con el reporte enviado por el coordinador de la bodega conforman el libro, conocido como reporte de cobertura, que despliega la información de los índices de consumos semanales y mensuales, actuales y de años anteriores.

Lo ideal en este reporte es que luego se relacione con el PEX para poder tener una estimación de los consumos de insumos que se tendrán en los próximos meses. Pero la deficiencia en comunicación entre planeación, que basa sus planes en lo que reporta ventas, y producción, que sigue lo que le indica planeación, aleja a compras y es complicado poder realizar estos análisis y que sean más confiables para la persona que controla la bodega y la persona que está cargo de la compra de los insumos.

La fórmula para calcular los índices de consumos de los materiales productivos es la siguiente:

Fórmula 11. Índice de consumo.

$$\text{Índice de consumos} = \frac{\text{Consumo insumo}}{\text{Palanquilla producida}}$$

En el reporte de cobertura se clasifican los insumos por el tiempo de cobertura que se tiene de insumos. Se establecen tres colores para definir la criticidad de compra:

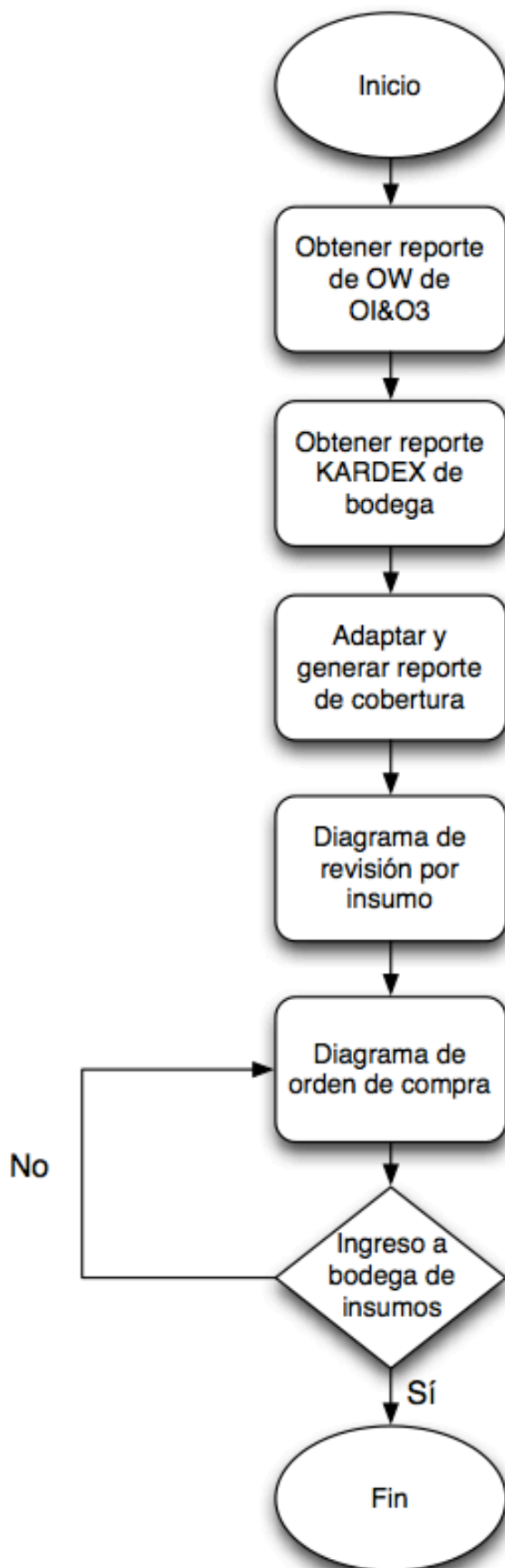
- Verde → indica que el producto tiene entre 60 a 90 días de cobertura y aunque aún no es necesario es importante tomarlo en consideración en las próximas semanas para realizar el pedido.
- Amarillo → indica que el producto tiene un tiempo de cobertura entre 30 a 60 días, éste ya debe de tener orden de compra o bien ya se debe tener como mínimo negociado el precio y las cantidades a despachar así como la fecha.
- Rojo → éste color es crítico ya que indica que el producto cuenta entre 0 a 30 días de cobertura. Se debe de procurar que no muchos insumos se encuentren en éste color más que los necesarios. Aquellos a los cuales si se permite tener en éste color son aquellos en los que el proveedor sea capaz de abastecerlos de manera inmediata o bien no tome más de dos semanas.

Un punto a tomar en cuenta en este reporte es que se cuenta con un indicador que muestra qué proveedores se tardan más de cuatro meses en despachar sus productos, por lo que en ocasiones revisar toda la lista de los insumos hasta los 90 días no resulta suficiente ya que puede haber un insumo con días de cobertura alto pero el tiempo de entrega del proveedor es más alto que los días de cobertura.

Algo que ocurre en la producción de palanquillas de acero es que no se puede tener un consumo exacto y/o estándar de las medidas que se utilizan en la producción ya que, como se mencionó anteriormente, la producción en gran parte depende del grado de acero que se produce y de la calidad de la chatarra.

El siguiente diagrama nos muestra el proceso que conlleva la generación del reporte de cobertura y de cómo éste está relacionado con el diagrama de revisión de insumos y el diagrama de colocación de una orden de compra.

Diagrama 1. Proceso de compra de insumo.



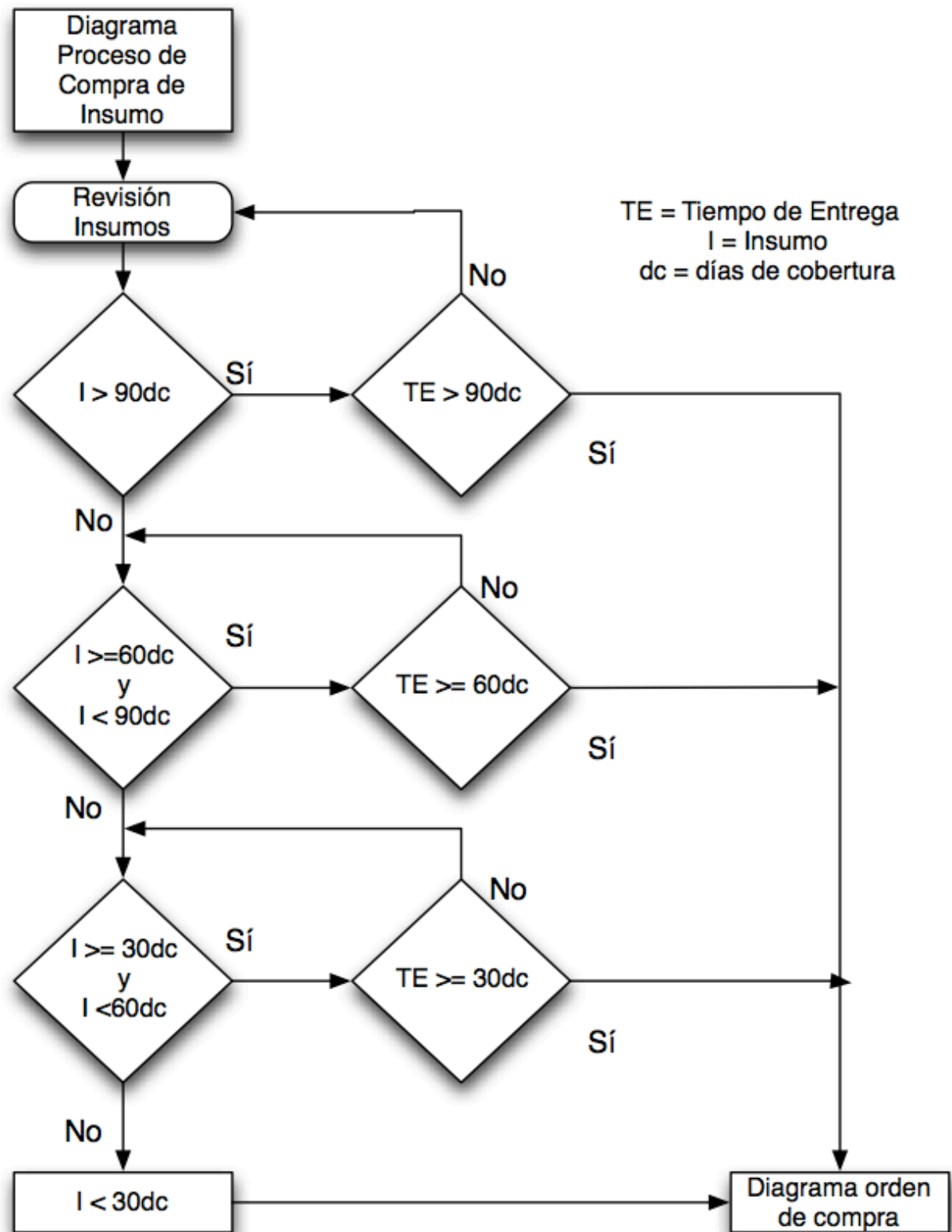
El diagrama muestra claramente los procedimientos realizados cada vez que se hace una revisión del inventario y un análisis para definir las próximas compras. Se puede observar que el diagrama no está absolutamente relacionado con el departamento de planeación, quien es el encargado de indicar las cantidades y grados que serán producidos en los próximos plazos.

Se entiende que al momento de que una orden de compra es colocada con el proveedor, éste adquiere el compromiso de suministrar a la empresa los productos o insumos indicados en la misma.

Actualmente se manejan ciertos productos como el zinc y algunas ferroaleaciones bajo contratos que el Grupo GERDAU ha constituido con muchos proveedores. La forma en que éste sistema funciona es que se coloca una orden de compra por una cantidad que se espera será consumida durante un trimestre o semestre y se indican las fechas que serán necesarios los ingresos de dichos insumos a bodega.

El siguiente diagrama muestra la revisión que cada uno de los insumos lleva una vez realizado el reporte de cobertura. Esto generalmente es lo que más tiempo toma ya que es una decisión que debe de ser tomada por parte de los involucrados en el proceso, en ocasiones el Gerente de Insumos se comunica con el Gerente de Acería y se planifica los insumos que serán consumidos en los próximos meses.

Diagrama 2. Proceso de revisión de insumo.



En el diagrama anterior se define el semáforo que usualmente está indicado por tres colores.

Rojo → Menor a 30 días de cobertura

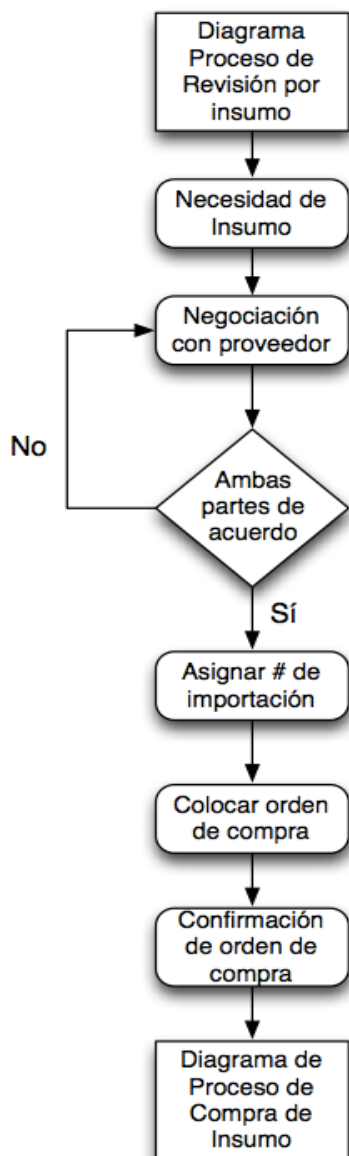
Amarillo → Mayor a 30 días y menor a 60 días de cobertura.

Verde → Mayor a 60 días y menor a 90 días de cobertura

Y es de acuerdo a esto que se realiza la revisión de inventarios y la colocación de órdenes de compra.

En el siguiente diagrama se muestra el proceso que conlleva la colocación de una orden de compra.

Diagrama 3. Proceso de orden de compra



Podemos observar que la generación, revisión y análisis del reporte lleva tiempo ya que debe ser un proceso revisado detenidamente para así evitar un paro de producción por la falta de algún insumo en un futuro.

C. Inventario

En la Tabla 4 podemos observar los datos de lo que va del 2013, en donde encontramos las existencias (millones de Q) y el consumo que ha tenido la nave acería (millones de Q). Podemos observar también una columna que nos indica los días de cobertura que se tienen.

Los días de cobertura son la cantidad de días que podrían ser cubiertos con los insumos que se tienen actualmente en bodega.

Tabla 4. Existencias 2013 vs Consumo 2013

Mes	Existencias (Q)	Consumo (Q)	Cobertura (Días)
Enero	54,542,767	1,464,748	1,117
Febrero	56,080,771	9,037,672	186
Marzo	53,997,739	11,358,481	143
Abril	50,786,427	12,937,448	118
Mayo	50,994,278	14,015,384	109
Junio	49,776,054	11,222,146	133
Julio	48,824,652	12,847,541	114
Agosto	47,573,324	10,826,672	132
Septiembre	45,305,551	12,589,735	108

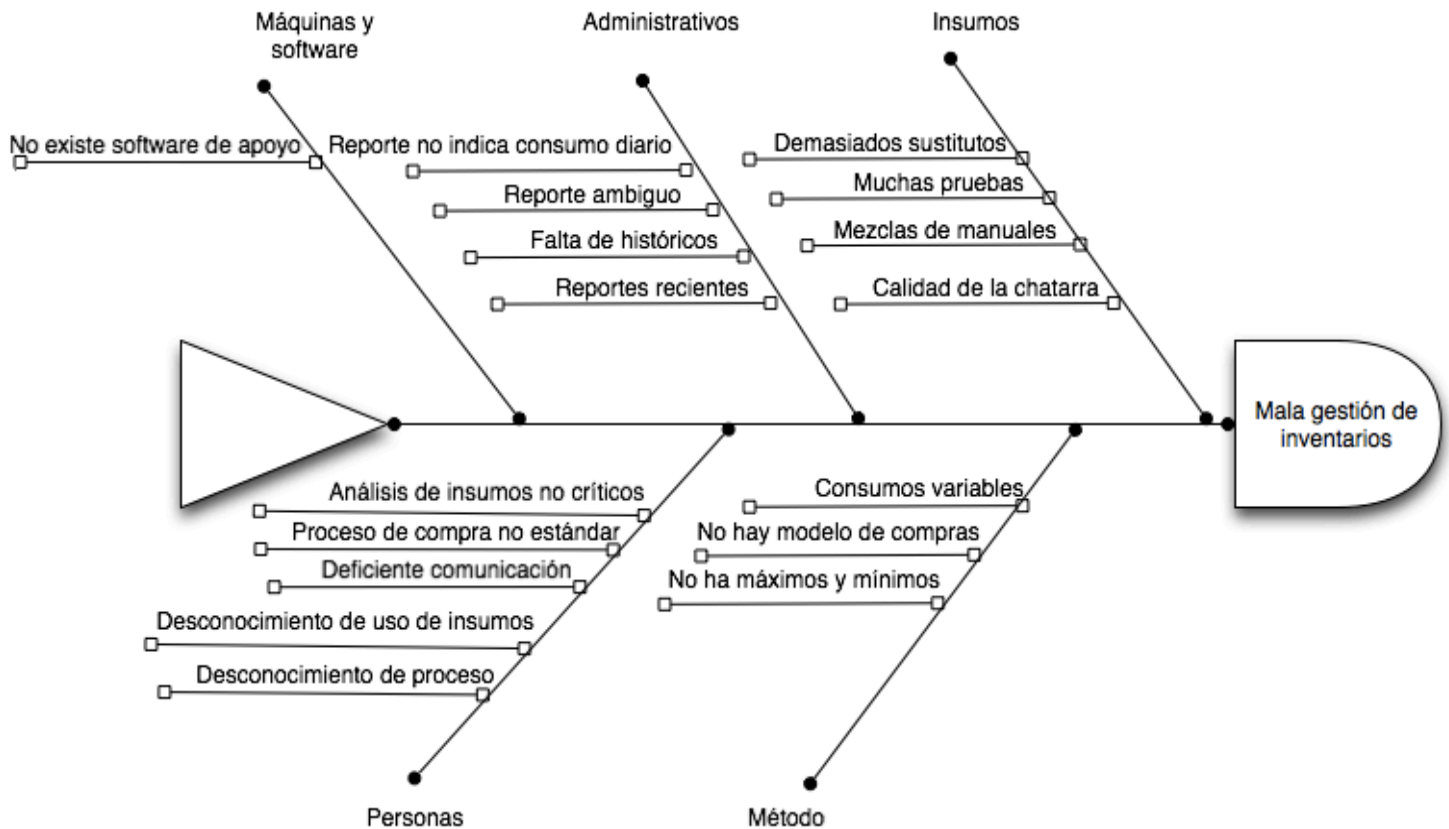
Algo importante para resaltar de esta tabla es que incluye muchos productos considerados obsoletos y se tienen altas cantidades de los mismos en bodega. Esto genera que los días de cobertura se disparen e indiquen que se tiene una cantidad alta para poder cubrir la demanda de insumos por parte de acería. También es importante aclarar que el consumo en el mes de enero fue bajo ya que en ese mes la planta estuvo parada y no tuvo producción, por lo que el consumo que se muestra ahí representan insumos utilizados para la fabricación, reparación y mantenimiento de las ollas. Esto se ve reflejado en el mes siguiente que es cuando se obtiene el reporte.

Se grafica también un diagrama de causa y efecto. El objetivo es encontrar las causas principales del porqué actualmente se tiene en inventario una inversión muy elevada, más de Q 45 millones, al final del mes de agosto de 2013.

El siguiente diagrama de causa y efecto se colocó como efecto una mala gestión de los inventarios, en las espinas encontramos las posibles causas que pueden estar ocasionando

que el inventario esté siendo mal gestionado actualmente y se tenga una inversión considerablemente elevada en insumos que no son necesarios.

Diagrama 4. Causa y efecto.



D. Diagrama de causa y efecto

Entre las espigas del diagrama se identificaron las categorías a continuación descritas:

1. Máquinas y Software. Como se mencionó anteriormente la empresa no cuenta con un sistema o software de apoyo que haga una relación directa y al instante entre departamentos como compras-ventas-planeación-producción lo cual representa una distorsión en los datos que se reciben en el departamento de compras. Esto a su vez afecta en la proyecciones de consumo de los insumos en el departamento de compras.

A pesar de que se cuenta con dos software: Hyperion y One World. Estos no son de mucho apoyo más que para indicar las ordenes que están en tránsito y colocadas recientemente. El reporte de cobertura que se arma en el departamento es un listado

con aproximaciones que se tienen por experiencia y datos que en el último año se han empezado a recolectar de manera más formal.

2. Administración. Los reportes que se obtienen no indican consumos diarios, por lo que hacer una estimación de la varianza de los consumos se vuelve complicado. A largo plazo la información se distorsiona y se vuelve ambigua ya que debe ser modificada no por sus históricos sino una vez más por la experiencia del encargado.

Los datos históricos para ciertos insumos y grados de acero son considerablemente bajos y eso complica que sean realizados análisis de comportamientos de la demanda y proyecciones de consumo. Es decir el Gerente de Insumos está cumpliendo una tarea operativa y no de gerencia ya que dedica más tiempo a reparar y trabajar con el momento y no planear, proyectar y/o implementar nuevos métodos de mejora. Por lo que al final esto se convierte en un círculo vicioso.

3. Insumos. En esta espina hay muchos factores que es muy difícil de controlar, como por ejemplo la calidad de la chatarra. Esta compra no depende del Gerente de Insumos y aunque dependiera de éste es prácticamente imposible adquirir siempre una calidad de chatarra óptima que permita un mejor proceso de producción. Esto es debido a que mucha de la chatarra que se recolecta en Guatemala está siendo exportada a otros países que están ofreciendo mejores precios por la misma.

Durante el proceso de producción muchos insumos se mezclan. Estos son introducidos en el horno de manera manual por los operarios, por lo que se tiene un punto en que el consumo puede sufrir una variación muy alta dependiendo de los operarios y muchos otros factores que en ellos influyen.

Otro factor importante dentro de las características que conforman el cuerpo del problema es que dentro de la empresa se lleva a cabo muchas pruebas de insumos. Esto genera una alta cantidad de insumos y productos sustitutos que en ocasiones con el pasar del tiempo pasan a ser de insumo a obsoleto. El uso de un sustituto que tenga mejores propiedades o un precio más bajo o cualquier otro factor favorable para que pueda ser considerado para compras posteriores puede presentar un ahorro o mejora pero se olvida de otros productos que están en inventario y que ahora representan un costo de almacenaje y representará un problema.

4. Personas. Debido a que no se cuenta con la información suficiente, se desconocen ciertas partes del proceso y el uso de los insumos. Se realizan compra de insumos innecesarios o bien que ya están en el inventario o en tránsito.

El proceso de revisión del reporte de cobertura genera una pérdida de tiempo al Gerente de Insumos ya que éste debe revisar insumo por insumo sin importar su criticidad en el proceso. Esto se resume en que se pierde tiempo en la revisión de productos que no son necesarios ni críticos.

5. Método. Se cuenta con consumos muy variados debido a que ciertos procesos de la fabricación es complicado estandarizar.

La falta de un modelo estandarizado de compras permite que la compra de insumos sea realizada de manera empírica sin máximos y mínimos de pedidos.

VI. ANÁLISIS PARA LAS MEJORAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

Luego de haber analizado la empresa Aceros de Guatemala S.A. y cada uno de los departamentos que influye en el proceso de compras e inventarios se puede determinar que existen oportunidades de mejora en los procesos actuales. Los datos recopilados abarcan desde julio 2010 hasta julio 2013. Algo importante de mencionar es que muchos productos han sido agregados recientemente a la lista de insumos por lo que la información que se cuenta de los mismos es mínima. La información recolectada viene de archivos de Excel que han sido manejados en la bodega y del reporte de cobertura que ha sido implementados en el último año, 2012-2013.

La venta para estos modelos será considerada como la demanda de insumos por parte de acería. Los modelos que a continuación serán presentados son estimados que se asemejan a lo que sería ideal. La información y datos obtenidos vienen exclusivamente de la información recopilada y es lo que los modelos muestran.

El objetivo principal es obtener un mejor proceso de compra y gestión de inventario estandarizado, que permita una mejor proyección de los consumos para futuros análisis y mejoras.

A. Reporte de cobertura

Para comenzar con el análisis del estudio se obtuvieron datos relevantes a tomar en consideración en el presente trabajo.

Se filtró la información de la clase de productos que serán analizados debido a su importancia en el proceso de producción de palanquillas de acero. Estas clases son descritas en la siguiente tabla.

Tabla 5. Familia de productos.

Familia de productos
Arena
Carbón
Concretos
Refractarios
Ferroaleaciones
Otros Insumos

De esta tabla se obtuvieron un total de 129 insumos/materiales necesarios y considerados críticos. Estos insumos serán analizados y estudiados.

B. Elaboración de base de datos de insumos

Lo que se busca con la implementación de una base de datos de los insumos es contar con las especificaciones, fichas técnicas y hojas de seguridad de cada uno de los productos. El objetivo es poder contar con la mayor información posible sobre cada uno de los insumos utilizados.

Lo que se busca con esto es la estandarización de los insumos. Se logra identificando, analizando y comparando los productos que son entregados en las bodegas y están a disposición de ser utilizados.

Tabla 6. Elaboración de base de datos de insumos.

Justificación	Estandarizar los insumos es el primer paso para mejorar y mantener la calidad del producto. El principal enemigo de la calidad es la variación.
Beneficio	Mayor información sobre los insumos que se tienen. Esto a la larga brinda mayor cantidad de proveedores que puedan cumplir requisitos que se les impongan.
Encargado de realizar	El Gerente de Insumos es quién debe de encargarse de mantener un archivo con toda la información actualizada. Además también debe de estar al tanto de toda persona que tenga relación con el insumo y su proceso, por lo que en éste caso también debe estar involucrado el Gerente de Acería y el encargado de planeación.

Se recomienda que se solicite al proveedor la ficha técnica de los insumos en cada orden de compra nueva y que se mantenga la hoja de seguridad por un periodo de un año, luego ésta debe ser actualizada si su caso lo amerita. También se debe solicitar un certificado de calidad al proveedor que corrobore que se cumple lo que en la ficha técnica se indica.

C. Clasificación de Inventario ABC

Dentro de la información recolectada se procedió a realizar dos clasificaciones ABC que al final entre ambas conforman una sola clasificación con multicriterios ABC.

1. Clasificación por costo. Esta clasificación se basa en los costos de cada uno de los productos tomados en consideración. Este costo es lo que representa el valor que adquiere cada insumo ya puesto en la bodega de insumos. Este costo tiene incluidos todos fletes y operaciones por los que pasó, exceptuando los pagos de trámites aduanales.

Para llevar a cabo esta clasificación se tomó la existencia en el inventario promedio de cada uno de los productos a lo largo de un periodo de tres años aproximadamente. Con esto se obtuvo un valor promedio de inventario que representa cada uno.

Siguiendo el principio de Pareto se clasificaron los insumos por su incidencia en el valor total del inventario. Se le asignó un valor a cada clase:

Tabla 7. Puntuaciones por clase.

Puntuación	
A	3
B	2
C	1

La siguiente tabla nos muestra la forma en que fueron clasificados los productos. Se muestran únicamente los productos que obtuvieron una clasificación A (3).

Tabla 8. Clasificación ABC por costo.

Código	Descripción	U/M	Costo del producto	Existencia promedio	Valor promedio en inventario	% del valor total	% Acum.	Clase
ELTR5002	ELECTRODOS DE GRAFITO DE 20 X	KG	Q 41.36	167,417	Q 6,924,583.94	16%	16%	3
INDE0615	FERROSILICO MANGANESO	KG	Q 8.90	442,864	Q 3,939,276.58	9%	26%	3
ELTR0001	GRAFITO 12X72"	KG	Q 37.16	88,016	Q 3,270,688.19	8%	34%	3
INDE0001	FERRO MANGANESO 0.75	KG	Q 8.52	269,753	Q 2,296,946.09	5%	39%	3
INDE0008	GRAFITO AMORFO	KG	Q 2.92	685,657	Q 1,998,688.94	5%	44%	3
INDE1547	CALCIO SILICIO	KG	Q 24.57	79,215	Q 1,946,081.42	5%	48%	3
INDE0002	FERROSILICIO 0.75	KG	Q 11.61	149,512	Q 1,735,252.85	4%	53%	3
PENT5006	PENTABRICK T8-SU545	UN	Q 55.33	22,879	Q 1,265,860.27	3%	56%	3
INDE0016	ANKERJET LW90	KG	Q 6.03	134,298	Q 809,620.57	2%	57%	3
FERR5003	FERRO VANADIUM 80	KG	Q 239.27	2,988	Q 714,904.76	2%	59%	3
COKE5001	COKE ANTRACITA	KG	Q 2.84	233,340	Q 662,685.13	2%	61%	3
MOLD5001	MOLDES DE COBRE 150 X 150 MM	UN	Q 15,882.15	41	Q 645,543.32	2%	62%	3
ACEI0002	VEGETAL LIPESA 908	KG	Q 36.34	15,155	Q 550,704.45	1%	64%	3
PLAC5004	65490224GATE SET LWBDESLIZANTE	JU	Q 2,274.43	230	Q 522,028.92	1%	65%	3
PLAC6209	PLACAS AISLANTES P/4LINEAS MCC	JU	Q 3,345.61	146	Q 487,970.43	1%	66%	3
PENT5001	PENTABRICK-T1 4P0	UN	Q 87.39	5,384	Q 470,557.91	1%	67%	3
INDE0026	ANKERMIX NS03 M	KG	Q 10.00	43,114	Q 431,185.12	1%	68%	3
INDE0007	COKE CALCINADO 4/35	KG	Q 5.32	74,121	Q 394,054.03	1%	69%	3
NIPL5003	NIPLES DE GRAFITO DE 20	KG	Q 41.30	8,803	Q 363,577.94	1%	70%	3

2. Clasificación por rotación. Esta clasificación se realizó de acuerdo a la rotación que presenta cada insumo dentro del periodo de tiempo analizado.

El análisis se llevó a cabo utilizando los consumos que se han tenido a lo largo los últimos tres años. Se obtuvo también la existencia promedio de cada uno de los insumos en el mismo periodo de tiempo con un promedio ponderado, asignado según la siguiente tabla.

Año	Ponderación
2010	5%
2011	10%
2012	35%
2013	50%

Se asignó esta ponderación con el fin de darle un valor más alto a lo ocurrido en los últimos dos años. El fin es poder apegarnos más a lo que se tiene en la actualidad.

En la siguiente tabla podemos observar los productos con clasificación A (3). En ella se puede observar la cantidad de veces que ha rotado así como cada cuantos días ha rotado el inventario.

Tabla 9. Clasificación ABC por rotación.

Código	Descripción	U/M	Rotación (Anual)	Periodo de rotación (días)	Clase
PLAC5005	FIJA MODELO 4200 DESLIZANTE	JU	30.28	12	3
CONC0015	CONCRETO CINAX-AL 94	KG	22.24	16	3
COKE5001	COKE ANTRACITA	KG	20.51	18	3
INDE0026	ANKERMIX NS03 M	KG	17.55	21	3
INDE0007	COKE CALCINADO 4/35	KG	17.23	21	3
LADR5018	KX13 TT 14/7/5 1/2 INNER BLOCK	UN	14.90	24	3
CARB5002	CARBURO DE SILICIO	KG	14.50	25	3
OXIM5001	KALISTER P =OXIDO DE MAGNESIO	KG	13.42	27	3
FLUO5001	FLUORITA	KG	12.91	28	3
INDE0008	GRAFITO AMORFO	KG	12.05	30	3
INDE0062	LANZA TERMOCOPLA RH45	UN	11.33	32	3
LADR0002	KX13 CIRCULO1 131/2X6-5X315/16	UN	10.90	33	3
PLAC6209	PLACAS AISLANTES P/4LINEAS MCC	JU	10.86	33	3
MORT0004	MORTERO SELLADOR 5M	KG	10.36	35	3
INDE0027	ANKERMIX NN03 M	KG	10.34	35	3
BOQU5023	BOQUILLA DE 17.5 MM FAIM	UN	10.08	36	3
INDE0058	OLIVINE	KG	10.02	36	3
PLAC5004	65490224GATE SET LWBDESLIZANTE	JU	9.20	39	3
MUES5005	MUESTREADOR QS400036 SAL ROJO	UN	9.17	39	3
ALUM6107	GRANALLA DE ALUMINIO	KG	8.79	41	3
CONC5001	CRAL 60 DC	KG	8.65	42	3
CONC5005	ANKERTUN 23 M CONCRETO	KG	8.56	42	3
CABU0001	CARBURO DE CALCIO	KG	8.47	43	3
INDE0615	FERROSILICO MANGANESO	KG	8.43	43	3

D. Clasificación ABC multicriterio

Tomando en cuenta las clasificaciones previas se procedió a consolidar la información en una única tabla que muestre la clase que obtendrá el producto. Esta clasificación se llevó a cabo tomando en cuenta el valor obtenido por cada producto en cada una de las clasificaciones.

La asignación final de clases está basada en la siguiente tabla:

Tabla 10. Criterio de clasificación ABC.

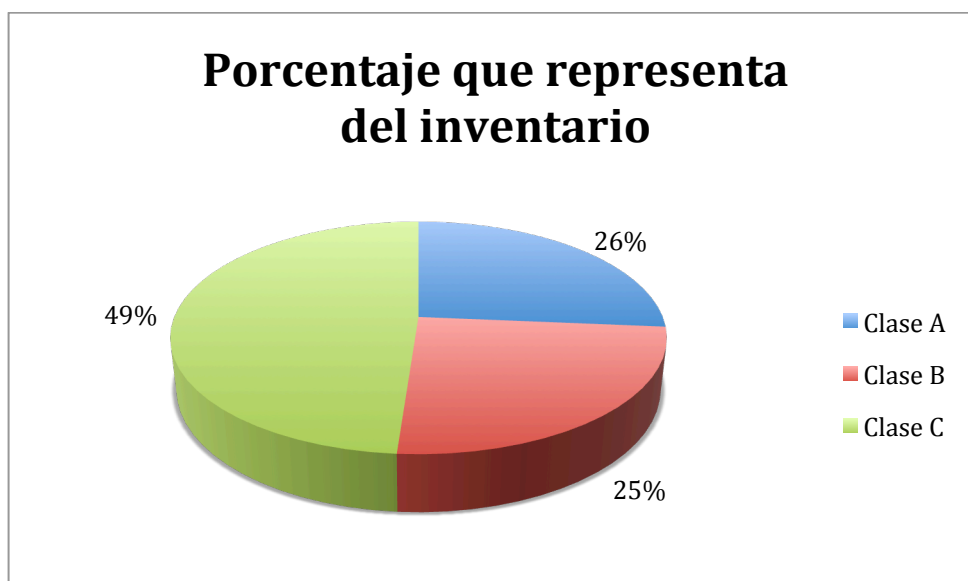
Tabla Multicriterio			
	A	B	C
A	6	5	4
B	5	4	3
C	4	3	2

En la siguiente tabla podemos observar la clase obtenida por cada uno de los insumos. En la columna **No. Insumos** observamos la cantidad de insumos dentro de esa clase, en la columna **% Clase** observamos el porcentaje que cada clase representa del total de los productos tomados en cuenta y por último en la columna **% Valor representado** observamos el valor en porcentaje que cada clase representa del total del inventario.

Tabla 11. Clases y porcentajes.

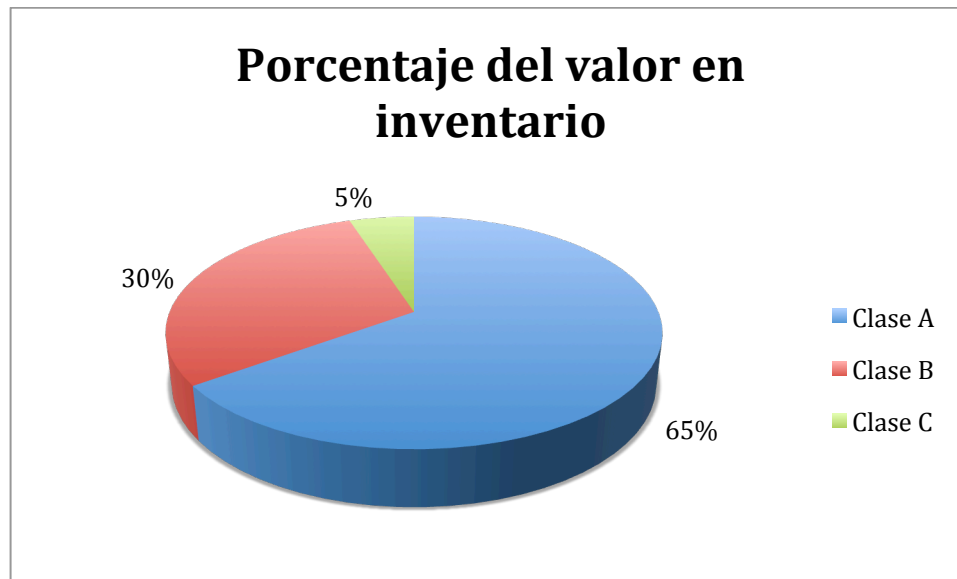
Clase	No. Insumos	% Clase	% Valor representado
Clase A	34	26%	65%
Clase B	32	25%	30%
Clase C	63	49%	5%
Total	129	100%	100%

Gráfica 8. Porcentaje que representa cada clase.



La gráfica anterior nos muestra un pie del porcentaje que representa cada clase. Y en la siguiente gráfica el valor que cada clase representa del inventario.

Gráfica 9. Porcentaje que representa del valor total del inventario.



E. Coeficiente de variabilidad

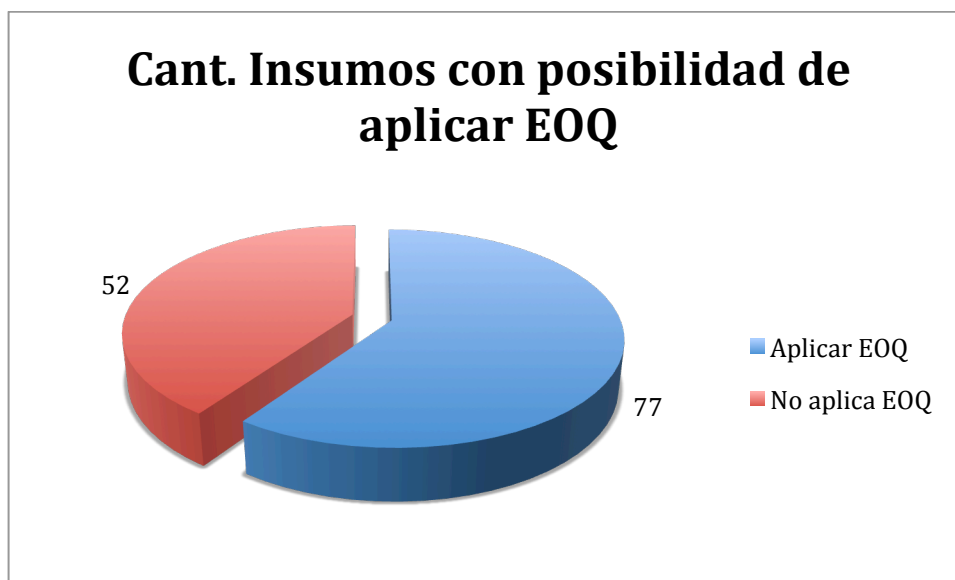
Ya que en ocasiones la demanda es irregular debido a muchos factores, no siempre se cumple la suposición de demanda constante que requiere un modelo EOQ. Por lo que se procedió a analizar la demanda de cada uno de los insumos para poder determinar si es razonable la aplicación de modelos EOQ.

Según estudios realizados, cuando se pretende utilizar un EOQ se debe de contar con un coeficiente de variabilidad (CV) menor a 0.20; de lo contrario, la demanda es muy irregular para justificar el uso de un modelo EOQ³.

Realizada la operación anterior se terminó que de los 129 insumos tomados anteriormente en consideración, únicamente 77 presentan información suficiente y/o demanda constante.

³ Winston, Wayen; 2005

Gráfica 10. Insumos que aplican a un modelo EOQ.



Esto quiere decir que los modelos propuestos son aplicables para 77 de los 129 insumos tomados en consideración desde un inicio.

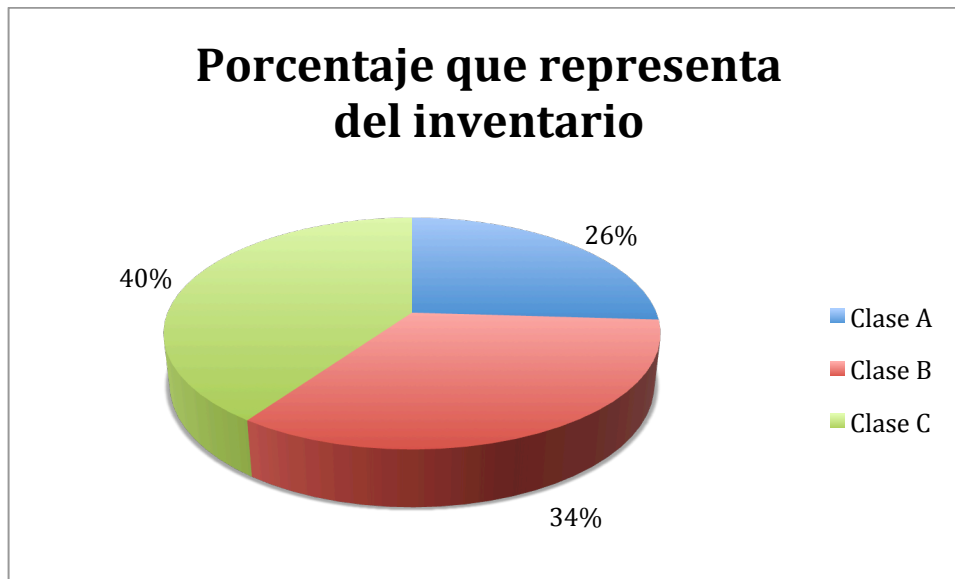
Se procedió a realizar un nuevo análisis de la clasificación ABC multicriterio en base a los insumos que aplican a un modelo EOQ.

Tabla 12. Nuevas clases y porcentajes

Clase	No. Insumos	% Clase	% Que representa
Clase A	20	26%	65%
Clase B	26	34%	30%
Clase C	31	40%	5%
Total	77	100%	100%

Se realizó una nueva gráfica que nos muestra los nuevos porcentajes que representa cada clase del total del inventario.

Gráfica 11. Nuevo porcentaje que representa del valor total del inventario.



El valor que representa cada clase en el inventario continua siendo exactamente el mismo que en la Gráfica 9.

F. Modelo de revisión continua

Para llevar a cabo este modelo se tomó en cuenta que únicamente serán involucrados aquellos productos cuya clasificación sea A. Esto se debe a que en este modelo es usualmente utilizado para aquellos productos cuyo valor es elevado. Se determinó anteriormente que los productos considerados A tiene un alto valor y una alta rotación en el inventario.

Esto quiere decir que estos productos deben de tener una revisión continua, semanalmente es una opción. La idea de este análisis es poder corroborar cuales son los productos que mayor incidencia y criticidad representan en el inventario, dentro de los que aplican a un EOQ, y poder definir cantidades óptimas de pedidos y los puntos de reorden correspondientes.

De acuerdo a la información desplegada por el modelo se procedió a obtener el inventario promedio. El inventario promedio es un supuesto que tendríamos en existencias si el modelo se aplicara.

La fórmula para obtener este modelo promedio es la siguiente:

Fórmula 12. Inventario promedio.

$$IProm = \frac{q^*}{2}$$

Donde:

q^* = cantidad óptima a pedir

La siguiente tabla nos muestra los insumos y sus respectivas cantidades con el modelo de revisión continua ya aplicado.

Tabla 13. Modelo de revisión continua insumos clase A.

Código	Descripción	U/M	Clase	Q* Óptimo	Número de pedidos (año)	Periodo entre pedidos (días)	Punto de pedido
				q^*	Np^*	T^*	Pp
ELTR5002	ELECTRODOS DE GRAFITO DE 20 X	KG	A	57,791	5	74	54,868
INDE0615	FERROSILICO MANGANESO	KG	A	333,961	5	68	207,313
INDE0001	FERRO MANGANESO 0.75	KG	A	499,993	1	331	63,367
INDE0008	GRAFITO AMORFO	KG	A	198,597	17	21	125,388
INDE0002	FERROSILICIO 0.75	KG	A	22,659	11	31	10,355
INDE0016	ANKERJET LW90	KG	A	85,996	1	297	28,349
COKE5001	COKE ANTRACITA	KG	A	304,628	3	117	82,327
ACEI0002	VEGETAL LIPESA 908	KG	A	17,955	2	166	5,308
PLAC6209	PLACAS AISLANTES P/4LINEAS MCC	JU	A	57	9	38	36
INDE0026	ANKERMIX NS03 M	KG	A	11,013	19	19	10,906
INDE0007	COKE CALCINADO 4/35	KG	A	30,598	11	33	28,841
INDE0027	ANKERMIX NN03 M	KG	A	40,140	3	106	14,559
LADR0002	KX13 CIRCULO1 131/2X6-5X315/16	UN	A	121	15	24	27
CONC0015	CONCRETO CINAX-AL 94	KG	A	18,099	2	157	3,633
CABU0001	CARBURO DE CALCIO	KG	A	45,540	4	100	15,930
PLAC5005	FIJA MODELO 4200 DESLIZANTE	JU	A	82	7	52	51
INDE0059	VADER MG	KG	A	23,950	5	67	6,282
INDE0062	LANZA TERMOCOPLA RH45	UN	A	706	45	8	646
INDE0060	ZONER GH	KG	A	148,290	1	690	5,269
INDE0058	OLIVINE	KG	A	192,079	1	596	24,805

El q^* óptimo obtenido indica la cantidad que debe realizarse por pedido de dicho insumo. Algo importante para tomar en cuenta es que los insumos con unidad de medida KG deben de ser transportados en contenedores específicamente, la consolidación de estos productos se complica ya que se debe de comprar el producto con un mismo proveedor y las necesidades deben de coincidir de forma que convenga traer consolidado.

Estos contenedores tienen una capacidad de aproximadamente 24,000KG cada uno. Pero serán aceptados hasta un peso máximo de 22,000KG ya que las leyes de tránsito en Guatemala no permiten más allá de ese peso.

Se calculó el número óptimo de contenedores. Esto se desvía del q^* para algunos insumos pero representa un beneficio en el precio de transporte y que al final repercute en el costo del producto final.

Tabla 14. Cantidad óptima de contenedores ordenados.

Código	Descripción	U/M	Q* Óptimo	Cant. Óptima de Contenedores por pedido (kg)
			q^*	22000
ELTR5002	ELECTRODOS DE GRAFITO DE 20 X	KG	57,791	3
INDE0615	FERROSILICO MANGANESO	KG	333,961	15
INDE0001	FERRO MANGANESO 0.75	KG	499,993	23
INDE0008	GRAFITO AMORFO	KG	198,597	9
INDE0002	FERROSILICIO 0.75	KG	22,659	1
INDE0016	ANKERJET LW90	KG	85,996	4
COKE5001	COKE ANTRACITA	KG	304,628	14
ACEI0002	VEGETAL LIPESA 908	KG	17,955	1
PLAC6209	PLACAS AISLANTES P/4LINEAS MCC	JU	57	
INDE0026	ANKERMIX NS03 M	KG	11,013	1
INDE0007	COKE CALCINADO 4/35	KG	30,598	1
INDE0027	ANKERMIX NN03 M	KG	40,140	2
LADR0002	KX13 CIRCULO1 131/2X6-5X315/16	UN	121	
CONC0015	CONCRETO CINAX-AL 94	KG	18,099	1
CABU0001	CARBURO DE CALCIO	KG	45,540	2
PLAC5005	FIJA MODELO 4200 DESLIZANTE	JU	82	
INDE0059	VADER MG	KG	23,950	1
INDE0062	LANZA TERMOCOPLA RH45	UN	706	
INDE0060	ZONER GH	KG	148,290	7
INDE0058	OLIVINE	KG	192,079	9

Para los insumos con unidades de medida JU y UN se debe realizar un análisis más profundo acerca de los pesos exactos y la forma de consolidación ya que con la información con la que se cuenta no se puede determinar la forma más conveniente de transporte.

Observamos ciertos insumos tienen un q^* muy elevado, esto se debe a que su costo de almacenaje es muy bajo comparando contra el costo de hacer un pedido y la demanda. Esto quiere decir que q^* es proporcional a D (demanda anual). Si tenemos una disminución de la demanda el pedido q^* disminuye también.

En la siguientes tablas se analiza para un insumo con dos escenarios diferentes, en uno se aumenta el costo de almacenaje y en otro el costo de almacenaje se disminuye.

Tabla 15. Costo de almacenaje (k) elevado.

Código	Descripción	U/M	Costo de almacenaje	Q^* Óptimo	Número de pedidos (año)	Punto de pedido
			h	q^*	Np^*	Pp
INDE0615	FERROSILICO MANGANESO	KG	Q 1.00	62,021	29	21,250

Tabla 16. Costo de almacenaje (k) disminuído.

Código	Descripción	U/M	Costo de almacenaje	Q^* Óptimo	Número de pedidos (año)	Punto de pedido
			h	q^*	Np^*	Pp
INDE0615	FERROSILICO MANGANESO	KG	Q 0.01	620,211	3	207,313

Se puede observar que cuando tenemos un incremento en el costo de almacenaje de insumos por cualquiera que sea la razón, el q^* óptimo indicará que debe realizarse un pedido por una cantidad mucho menor. Esto obligaría a una mayor cantidad de pedidos al año y el punto de pedido disminuiría considerablemente.

Caso contrario en la segunda tabla se puede observar que si se disminuye el costo del almacenaje, el modelo nos indica que es más rentable realizar una menor cantidad de pedidos y mantener un mayor nivel de inventario.

El número de pedidos Np^* es otra variable que cambia al momento de variar la demanda y/o costo de almacenaje.

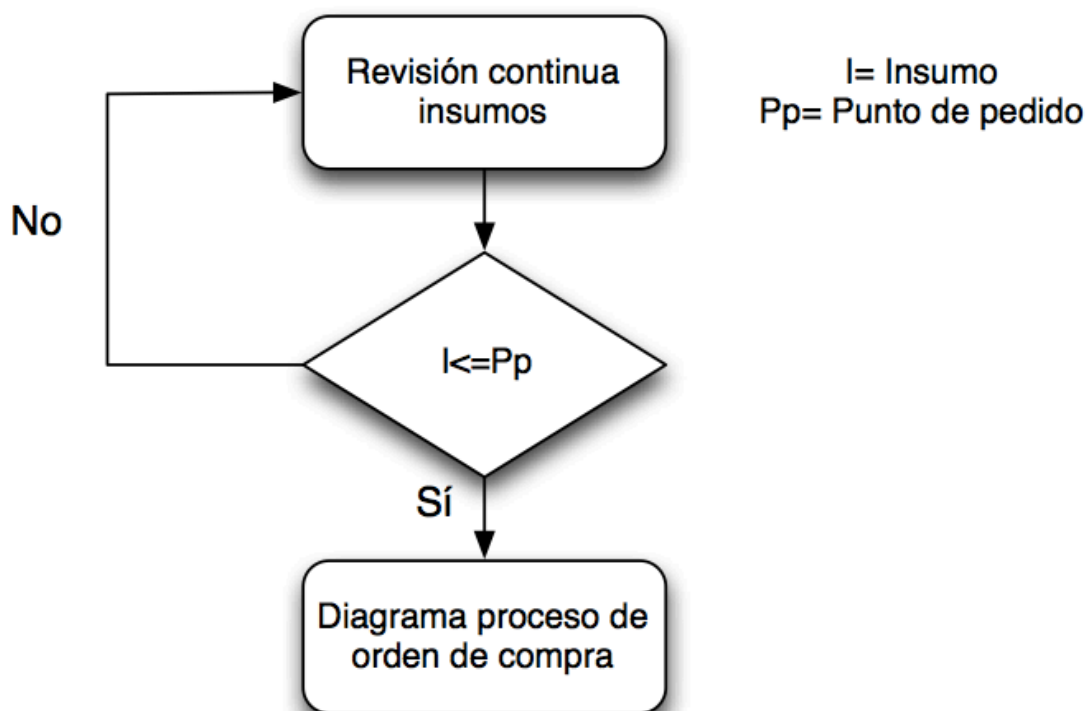
Con el Np^* mostrado en la Tabla 16, se establece el número de pedidos que deben realizar por un periodo de un año de cada uno de los insumos. Del número de pedidos por año se obtiene la cantidad de días que pasarán entre pedidos, es decir cada cuánto se debe estar colocando una nueva orden de compra. A mayor número de pedidos al año, menor será el tiempo que transcurre entre los mismos.

Como su mismo nombre lo indica este modelo debe ser revisado continuamente por lo que se sugiere mantener una revisión de los insumos clase A semanalmente.

En resumen, cada vez que un insumo esté en su punto de pedido o por debajo, debe gestionarse una nueva compra de ese insumo.

En el siguiente diagrama podemos observar la forma propuesta en que debe ser gestionado la revisión de los insumos según el reporte de cobertura obtenido.

Diagrama 5. Proceso de revisión continua propuesto.



Está claro que se reduce la cantidad de operaciones de revisión por insumo. Además que el nuevo reporte nos indica la cantidad óptima a adquirir.

La revisión ahora únicamente depende de si el pedido llegó o bajo del punto de pedido. Con éste pedido óptimo se está tomado en consideración aquellos proveedores que toman más tiempo en despachar su producto. Es notablemente menos laborioso y más certero.

Está claro que para el correcto funcionamiento de éste modelo con pedido óptimo se debe estar retroalimentando la información al reporte. Mientras más información se tenga más certero será el modelo por ende más beneficioso será para la empresa.

G. Modelo de revisión periódica

Este modelo, a diferencia del modelo anterior, tiene como objetivo la gestión de inventarios por periodos de tiempo para los productos. Debido a que en este modelo se tiene un inventario de seguridad y un periodo de tiempo de revisión, se mantendrá un mayor número de existencias para cubrir la demanda durante el periodo de revisión y el tiempo de entrega. La existencia del inventario de seguridad en éste modelo hace que sea más costoso en comparación que si fuera aplicado un modelo de revisión continua.

Una de las principales ventajas que presenta este modelo es que se tiene un reabastecimiento programado. Algo importante es que los tiempos de entrega son definidos constantes y su variación fue prácticamente nula.

El lead time se estableció mediante un promedio de los datos históricos. Es importante recordar que el lead time toma en cuenta desde que se coloca la orden hasta que ingresa a bodega. Dentro de ese lapso de tiempo está el tiempo de producción, tiempo de despacho, tiempo de tránsito, tiempo de aduanas, etc.

En la siguiente tabla se muestra los datos obtenidos luego de aplicar el modelo de revisión periódica a los insumos clase B y C.

Tabla 17. Modelo de revisión periódica insumos clase B y C.

Código	Descripción	U/M	Intervalo de revisión (mes)	Inventario de seguridad	Inventario objetivo	Cant. Óptima a ordenar
			R	S	T*	Q*
ELTR0001	GRAFITO 12X72"	KG	9.8	12,080	106,293	106,293
PENT5006	PENTABRICK T8-SU545	UN	0.9	3,443	9,826	9,826
MOLD5001	MOLDES DE COBRE 150 X 150 MM	UN	11.9	7	31	31
PENT5001	PENTABRICK-T1 4P0	UN	0.6	877	2,665	2,665
NIPL5003	NIPLES DE GRAFITO DE 20	KG	75.4	5,000	105,279	105,279
FERR6001	FERROSILICIO EN POLVO	KG	5.5	12,509	43,397	43,397
LADR5027	BARRIL= DC3 5-45X100 SUT1SU545	UN	0.4	1,648	2,891	2,891
TAPO5002	TAPON POROSO	UN	1.1	10	46	46
LADR5010	CUADRO PORTA TAPON RHI	UN	4.2	5	33	33
INHI5001	DE TURBULENCIA HA-INTUR 80	UN	9.1	92	378	378
LADR5022	DC3 250X187X100 STR. T 1 4P0	UN	0.8	536	1,000	1,000
LADR5011	CUADRO PORTA BOQUILLA RHI	UN	6.1	6	41	41
LADR5021	DISTRIBUIDORANCORFORM M90S-IPC	UN	3.9	60	168	168
CONC0011	HA-CRAL 90 DC CONCRETO DENSO	KG	11.4	4,548	26,763	26,763
INDE1553	PENTABRICK STARTER-SET-SU545	UN	1.1	230	721	721
CONC0001	CONCRETO ALUMAG	KG	1.0	1,125	3,104	3,104
CONC5001	CRAL 60 DC	KG	8.9	5,247	22,693	22,693
FLUO5001	FLUORITA	KG	13.6	19,319	140,632	140,632
CONO5006	CONOX VII IH 9X6X3 RECTO	UN	1.3	385	727	727

La columna que indica el intervalo de tiempo que debe pasar entre cada revisión es **Intervalo de revisión (mes) R**. La información que nos muestra ésta columna es que cada insumo debe ser revisado con los periodos indicados.

Se estableció un inventario de seguridad que debe de tenerse de cada producto para poder cubrir con la demanda en caso de una desviación.

Las columnas de **Inventario Objetivo T*** y **Cant. Óptima a ordenar Q*** están relacionadas ya que con cada pedido realizado debemos de llegar al nivel de inventario objetivo, pero ésta última columna guarda relación con el inventario, columna **Inventario Actual I**, con el que se cuenta en el momento de revisión.

La fórmula que utilizada para el cálculo de la cantidad óptima a ordenar Q* es la siguiente:

Fórmula 13. Cantidad óptima a ordenar

$$Q^* = T^* - I$$

Donde:

Q* = Cant. óptima a ordenar

T* = Inventario objetivo

I = Inventario actual

El nivel de confianza o servicio, Z, establecido fue de 85% para el análisis, es decir que se espera que la demanda sea satisfecha por lo menos un 85%. Ya que los insumos B y C no tienen gran incidencia en el valor del inventario se asignó dicho nivel.

Para fines de demostración, se presenta a nuevamente la Tabla 17 con la diferencia que ahora en la columna de **Inventario Actual I** ha sido agregada información supuesta para comprobar y demostrar el modelo.

Tabla 17. Modelo de revisión periódica insumos clase B y C

Código	Descripción	U/M	Intervalo de revisión (mes)	Inventario de seguridad	Inventario objetivo	Cant. Óptima a ordenar	Inventario Actual
ELTR0001	GRAFITO 12X72"	KG	9.8	12,080	106,293	97,293	9,000
FERR6001	FERROSILICIO EN POLVO HA-CRAL 90 DC CONCRETO	KG	5.5	12,509	43,397	9,947	33,450
CONC0011	DENSO	KG	11.4	4,548	26,763	25,540	1,223

Según la información de la tabla anterior se procede de la siguiente manera:

- Para el Cod. ELECTR0001 se debe de realizar un pedido de 97,293 Kg y la próxima revisión para éste código será dentro de nueve meses a partir de la fecha de la última revisión.
- Para el Cod. FERR6001 se debe de realizar un pedido de 9,947 Kg y la próxima revisión para éste código será dentro de un cinco meses a partir de la fecha de la última revisión.
- Para el Cod. CONC0011 se debe de realizar un pedido de 25,540 Kg y la próxima revisión para éste código será dentro de once meses a partir de la fecha de la última revisión.

A continuación se presenta una tabla donde nos muestra aquellos productos cuyo tiempo de revisión supera los 12 meses.

Tabla 18. Insumos con periodo de revisión mayor a un año.

Código	Descripción	U/M	Clase	Intervalo de revisión (mes)
NIPL5002	NIPLES DE GRAFITO DE 12	KG	B	21
MAGS5000	MAGSOL GR MASA SECA	KG	B	16
MISC6210	IMPACTOR HT PROYECTABLE	KG	C	34
MISC6209	CONCRETO COLDMAG PH	KG	C	138
LADR5020	96C-017MTB 55/40/20 OUTERBLOCK	UN	C	20
LADR5019	96C-017MTB 55/40/15 OUTERBLOCK	UN	C	37
LADR5015	RUBINAL 96C-017M CIRC-2 13	UN	C	17
INDE0013	MOLDES COBRE 100X100MM	UN	C	20
DISC5001	DISCOS DE DIAMANTE	UN	C	28
DAIM5001	DAIMONITE	KG	C	15
CONT5003	CX HEMBRA TIPO LIGERO T264AFC	UN	C	17
CONT5002	MACHO LIGERO T255AMC (358640)	UN	C	15
CONC5009	CONCRETO DRYMIX DE NOVA PLATE	KG	C	30
ANKO5001	ANKO BIND KM91C	KG	C	42

La tabla anterior nos indica que éstos insumos han mostrado un índice de rotación muy bajo. Actualmente a pesar de eso se ha mantenido un nivel de existencia muy alto. Los intervalos de revisión son considerablemente altos en algunos casos por lo que es necesario realizar un estudio más afondo para comprobar que esos productos no sean obsoletos y se justifique su almacenaje.

En la siguiente tabla podemos observar una propuesta del nuevo reporte cobertura de insumos con clase B y C.

Tabla 19. Propuesta de nuevo reporte de cobertura.

Fecha de hoy:		nov-13									
Código	Descripción	U/M	Demanda (mes)	Intervalo de revisión (mes)	Última revisión	Próx. Revisión	Tiempo faltante	Inventario de seguridad	Inventario objetivo	Cant. Óptima a ordenar	Inventario Actual
FERR6001	FERROSILICIO EN POLVO	KG	4,731	4	sep-13	dic-13	1	12,509	43,397	37,754	5,643
ELTR0001	GRAFITO 12X72"	KG	7,766	9	may-13	ene-14	2	12,080	106,293	16,293	90,000
NIPL5002	NIPLES DE GRAFITO DE 12	KG	316	20	feb-13	sep-14	10	744	8,777	910	7,867

La gráfica muestra en color amarillo los datos que deben ser introducidos, el reporte propuesto se encarga de indicar la cantidad óptima, la próxima fecha de revisión y además indica en un color rojo aquellas revisiones que estén con una proximidad de un mes. El objetivo de éste

indicador rojo es alertar a la persona que el insumo ya se encuentra próximo a su revisión. Con esto se puede lograr un anticipo en cotizaciones y/o negociaciones con el proveedor.

Ya que para la mayoría de insumos existe una diferencia de periodo de revisión y como se desea mejorar el proceso y estandarizar se propuso que la revisión para el modelo de revisión periódica, sea de la siguiente manera.

Tabla 20. Periodos de revisión ajustados por grupo.

P. Revisión R	Revisión	Grupo
0 - 2	0.4	A
2 - 3	2	B
3 - 4	3	C
4 - 5	4	D
5 - 6	5	E
6 - 7	6	F
7 - 8	7	G
9 - 10	9	H
10 - 15	10	I
15 - 20	15	J
20 -25	20	K

Lo que se realizó con este procedimiento es que se estandarizó una fecha para aquellos productos que su periodo de revisión estaba entre cada entero, que representa un mes, hasta llegar a diez, luego de ahí se toma aquel con menor valor de los que se encuentran en un múltiplo de cinco.

Por lo que para poder lograr una estandarización de pedidos se propuso la siguiente tabla según datos obtenidos de la tabla anterior.

Tabla 21. Posición de revisión por grupo.

Posición	Mes	A	B	C	D	E
1	Enero	X				
2	Febrero	X	X			
3	Marzo	X		X		
4	Abril	X	X		X	
5	Mayo	X				X
6	Junio	X	X	X		
7	Julio	X				
8	Agosto	X	X		X	
9	Septiembre	X		X		
10	Octubre	X	X			X
11	Noviembre	X				
12	Diciembre	X	X	X	X	

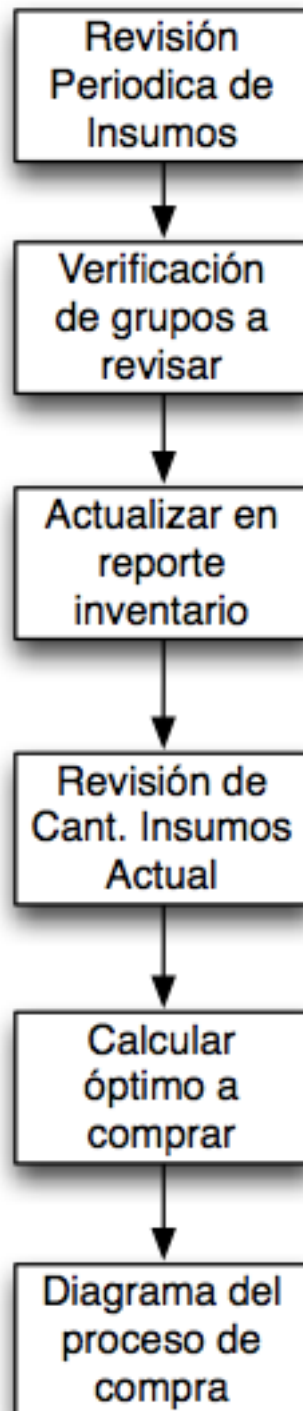
Para poder representar la tabla, tomaremos como ejemplo el mes de marzo. En éste mes se tiene marcado que se debe hacer la revisión y análisis para los insumos del grupo A y C. Por lo que se muestra en la siguiente tabla los insumos que serán analizados en éste mes.

Tabla 22. Simulación de revisión mes de marzo.

Código	Descripción
MUES5005	MUESTREADOR QS400036 SAL ROJO
LADR5027	BARRIL= DC3 5-45X100 SUT1SU545
MUES0003	SIN DESOXIDANTE 36P
PENT5001	PENTABRICK-T1 4P0
LADR5022	DC3 250X187X100 STR. T 1 4P0
PENT5006	PENTABRICK T8-SU545
CONT5013	BLOCK DE CONTACTO CELOX T317
BOQU5007	BOQUILLA 14mm.
LADR5031	C-BOND SUPER F799 RECTO
LADR0010	96C-017M BS-115-4 SA000445
LADR5021	DISTRIBUIDORANCORFORM M90S-IP

Por lo que se propone el nuevo diagrama del proceso de revisión de insumos que facilita y estandariza la revisión y adquisición de insumos.

Diagrama 6. Proceso de revisión periódica propuesto.



H. Obsoletos

Durante la realización de este estudio se identificaron insumos que debido a su rotación e información recaudada fueron clasificados como obsoletos. Las razones de su obsolescencia son variadas, entre ellas podemos encontrar mejora del proceso y no producción de ciertos grados de acero en los últimos tres años.

Tabla 23. Obsoletos.

Descripción	U/M
RUBINAL 96C-017M CIRC-2 13	UN
CUADRO P/TAPON REFRACK	UN
C-BOND SUPER F785 CIRCULO-1	UN
TUBO COBRIZADO 1/4"DOBLE PARED	UN

El último consumo registrado de los 4 insumos anteriores es a principios del año 2010. Por lo que según criterios puede ser considerado como obsoleto.

VII. IMPACTO FINANCIERO DE MODELOS PROPUESTOS

Esta sección es importante ya que nos muestra el impacto financiero que tendría la aplicación de los modelos propuestos.

Para el análisis financiero únicamente fueron tomados en cuenta los insumos clase A. Esto debido a que son los que mayor representación tienen en el valor del inventario. Se realizaron los siguientes análisis financieros, planteando diferente escenarios en la demanda para cada uno.

A. Análisis de costos por inventarios promedios

Se realizó un análisis de costos mediante los costos de los inventarios promedios actuales comparado con los costos de los inventarios promedios del modelo. Para llevar a cabo éste análisis se analizaron tres escenarios diferentes. En cada uno de ellos se tiene una demanda distinta y se muestra que pasaría con el costo del inventario promedio si el modelo fuese aplicado.

1. Primer escenario. Para el primer escenario se dejó la demanda histórica y en base a esa se estableció la cantidad óptima de pedido y el inventario promedio.

La siguiente tabla muestra la comparación del costo actual del inventario promedio contra el costo del inventario promedio propuesto según el modelo.

Tabla 24. Escenario 1, Cálculo inventario promedio según datos históricos.

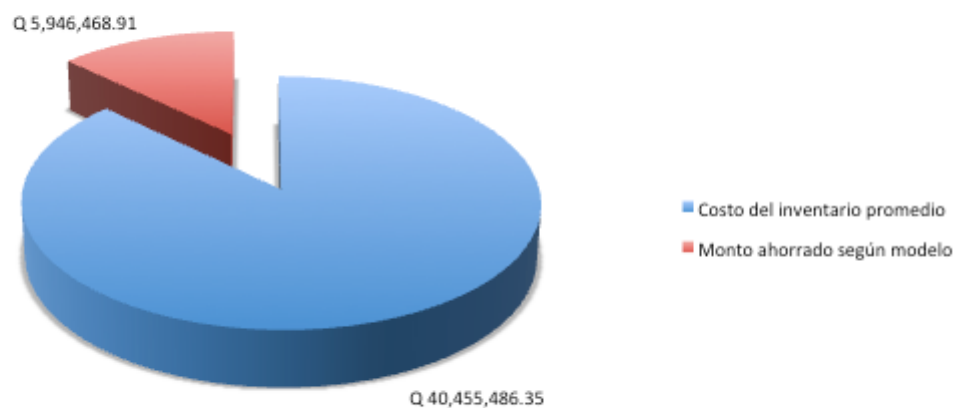
Código	Descripción	Costo Total Actual	Costo Total Según Modelo	Diferencia
ACEI0002	VEGETAL LIPESA 908~ INDUSTRIAL	Q513,541.13	Q329,678.12	Q183,863.01
CABU0001	CARBURO DE CALCIO~ CARBURO	Q281,499.53	Q186,330.85	Q95,168.69
COKE5001	COKE ANTRACITA~ CARBON	Q426,026.25	Q454,177.00	Q(28,150.75)
CONC0015	CONCRETO CINAX-AL 94~ CONCRETO REFRACTAR	Q60,577.32	Q137,051.83	Q(76,474.51)
ELTR5002	ELECTRODOS DE GRAFITO DE 20 X~ GRAFITO	Q2,856,688.44	Q976,099.52	Q1,880,588.92
INDE0001	FERRO MANGANESO 0.75~ FERRO MANGANESO	Q1,866,410.87	Q2,188,927.83	Q(322,516.95)
INDE0002	FERROSILICIO 0.75~ FERROSILICIO	Q383,685.92	Q131,728.83	Q251,957.09
INDE0007	COKE CALCINADO 4/35~ COKE	Q166,817.88	Q82,328.26	Q84,489.63
INDE0008	GRAFITO AMORFO~ GRAFITO	Q978,506.11	Q303,300.33	Q675,205.78
INDE0016	ANKERJET LW90~ REFRACTARIO	Q515,219.86	Q300,385.90	Q214,833.96
INDE0026	ANKERMIX NS03 M~ REFRACTARIO	Q105,674.97	Q55,026.54	Q50,648.43
INDE0027	ANKERMIX NN03 M~ REFRACTARIO	Q133,986.68	Q199,193.09	Q(65,206.41)
INDE0058	OLIVINE~ OLIVINE	Q182,775.97	Q436,018.41	Q(253,242.44)
INDE0059	VADER MG~ VADER MG	Q58,232.16	Q67,049.67	Q(8,817.52)
INDE0060	ZONER GH~ POLVO DE COBERTURA	Q74,174.77	Q528,815.94	Q(454,641.17)
INDE0062	LANZA TERMOCOPLA RH45~ LANZA	Q101,725.27	Q5,093.28	Q96,631.99
INDE0615	FERROSILICO MANGANESO~ 68% MN 16% SI	Q4,702,623.76	Q1,483,326.37	Q3,219,297.39
LADR0002	KX13 CIRCULO1 131/2X6-5X315/16~ ANCARBON	Q12,591.61	Q11,158.03	Q1,433.58
PLAC6209	PLACAS AISLANTES P/4LINEAS MCC~ PLACAS A	Q573,516.42	Q97,255.94	Q476,260.48
Totales		Q 40,455,486.35	Q 34,509,017.44	Q 5,946,468.91

La diferencia entre el costo del inventario promedio actual contra el costo del inventario promedio propuesto según el modelo es una disminución en la inversión del inventario. Para este caso refleja una disminución en el costo total del inventario de Q5,946,468.91. Esta cantidad representa 14.70% en ahorro respecto al costo total del anterior, Q40,455,486.35. Por lo que se puede decir que la aplicación del modelo permite tener una menor inversión en dinero sin movimiento y aún así poder satisfacer la demanda.

La siguiente gráfica muestra la cantidad económica en que el inventario disminuye si el modelo de revisión continua es aplicado.

Gráfica 12. Ahorro vs Costo de inventario.

Ahorro Vs Costo de inventario



En la siguiente tabla se representa el monto ahorrado en el costo del inventario promedio y se hace la suposición que éste es invertido en una cuenta bancaria con los siguientes beneficios: periodo de inversión 12 meses, tasa de interés de 5%.

Tabla 25. Inversión de ahorro escenario 1.

Valor Presente	Q 5,946,468.91
Tasa de Interés (mes)	0.42%
Número de periodos (mes)	12
Total	Q 6,250,701.55

Con esta inversión se obtiene un beneficio económico generado por intereses de Q304,232.64 al final del periodo.

2. Segundo escenario. Para el segundo escenario se supuso un incremento en la demanda de insumos de un 25%. El objetivo de éste análisis es poder demostrar los efectos que un aumento en la demanda ocasionaría en los costos del inventario promedio propuesto según modelo.

En la siguiente tabla se muestran los mismos productos, a diferencia de la Tabla 25 ésta muestra un costo total de inventario promedio propuesto más elevado. Esto se debe a que hay un aumento en la cantidad de pedido óptima y por ende se deriva en un aumento en el inventario promedio.

Tabla 26. Escenario 2, Costo inventario promedio con un aumento de 25% en la demanda.

Código	Descripción	Costo Total Actual	Costo Total Según Modelo	Diferencia
ACEI0002	VEGETAL LIPESA 908~ INDUSTRIAL	Q513,541.13	Q494,517.18	Q19,023.95
CABU0001	CARBURO DE CALCIO~ CARBURO	Q281,499.53	Q279,496.27	Q2,003.27
COKE5001	COKE ANTRACITA~ CARBON CONCRETO CINAX-AL 94~ CONCRETO	Q426,026.25	Q681,265.50	Q(255,239.26)
CONC0015	REFRACTAR	Q60,577.32	Q205,577.75	Q(145,000.43)
ELTR5002	ELECTRODOS DE GRAFITO DE 20 X~ GRAFITO	Q2,856,688.44	Q1,464,149.28	Q1,392,539.16
INDE0001	FERRO MANGANESO 0.75~ FERRO MANGANESO	Q1,866,410.87	Q3,283,391.74	Q(1,416,980.87)
INDE0002	FERROSILICIO 0.75~ FERROSILICIO	Q383,685.92	Q197,593.25	Q186,092.67
INDE0007	COKE CALCINADO 4/35~ COKE	Q166,817.88	Q123,492.38	Q43,325.50
INDE0008	GRAFITO AMORFO~ GRAFITO	Q978,506.11	Q454,950.49	Q523,555.62
INDE0016	ANKERJET LW90~ REFRACTARIO	Q515,219.86	Q450,578.84	Q64,641.02
INDE0026	ANKERMIX NS03 M~ REFRACTARIO	Q105,674.97	Q82,539.81	Q23,135.17
INDE0027	ANKERMIX NN03 M~ REFRACTARIO	Q133,986.68	Q298,789.63	Q(164,802.95)
INDE0058	OLIVINE~ OLIVINE	Q182,775.97	Q654,027.62	Q(471,251.64)
INDE0059	VADER MG~ VADER MG	Q58,232.16	Q100,574.51	Q(42,342.35)
INDE0060	ZONER GH~ POLVO DE COBERTURA	Q74,174.77	Q793,223.91	Q(719,049.14)
INDE0062	LANZA TERMOCOPLA RH45~ LANZA	Q101,725.27	Q7,639.92	Q94,085.35
INDE0615	FERROSILICO MANGANESO~ 68% MN 16% SI	Q4,702,623.76	Q2,224,989.55	Q2,477,634.20
LADR0002	KX13 CIRCULO1 131/2X6-5X315/16~ ANCARBON	Q12,591.61	Q16,737.04	Q(4,145.44)
PLAC6209	PLACAS AISLANTES P/4LINEAS MCC~ PLACAS A	Q573,516.42	Q145,883.92	Q427,632.50
Totales		Q 40,455,486.35	Q 38,532,920.45	Q 1,922,565.90

Según el análisis un aumento de la demanda en un 25% tendría como efecto una disminución en la inversión del costo total del inventario promedio de Q1,922,565.90. Representando un 4.75% menos que el inventario promedio actual, Q40,455,486.35.

3. Tercer análisis. Para el último análisis se aplicó una disminución de la demanda en un 25%. De igual forma una disminución en la demanda causa una disminución en la cantidad de pedido óptima y esta se deriva en un inventario promedio menor.

La siguiente tabla muestra una disminución en la inversión del costo total del inventario promedio. Esto lo que refleja es que en este escenario habrá una menor cantidad de pedidos y cada pedido será por una cantidad económica menor.

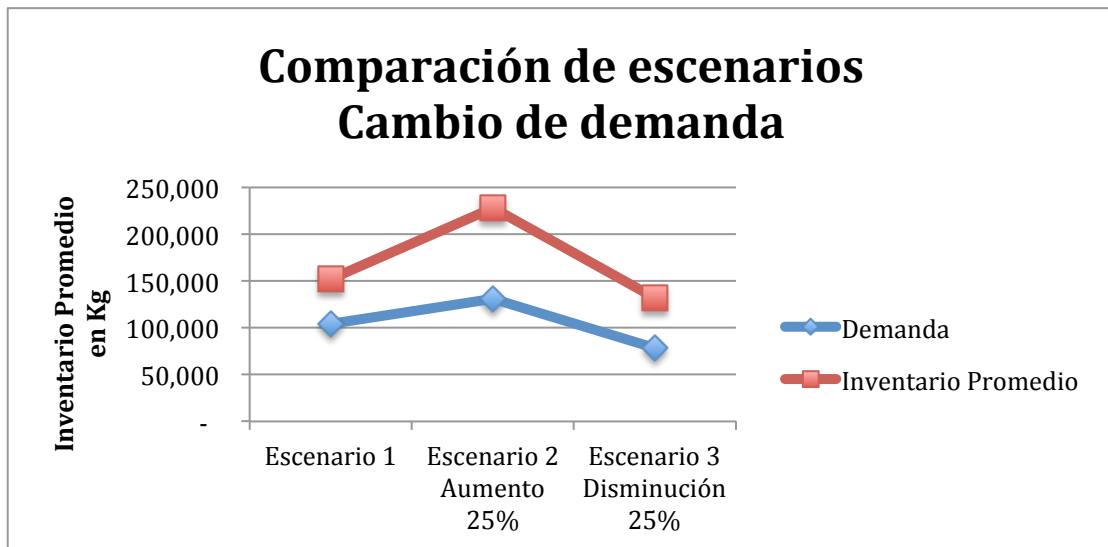
Tabla 27. Escenario 3, Costo inventario promedio con una disminución de 25% en la demanda.

Código	Descripción	Costo Total Actual	Costo Total Según Modelo	Diferencia
ACEI0002	VEGETAL LIPESA 908~ INDUSTRIAL	Q513,541.13	Q285,509.63	Q228,031.50
CABU0001	CARBURO DE CALCIO~ CARBURO	Q281,499.53	Q161,367.25	Q120,132.29
COKE5001	COKE ANTRACITA~ CARBON	Q426,026.25	Q393,328.82	Q32,697.43
CONC0015	CONCRETO CINAX-AL 94~ CONCRETO REFRACTAR	Q60,577.32	Q118,690.37	Q(58,113.05)
ELTR5002	ELECTRODOS DE GRAFITO DE 20 X~ GRAFITO	Q2,856,688.44	Q845,326.98	Q2,011,361.46
INDE0001	FERRO MANGANESO 0.75~ FERRO MANGANESO	Q1,866,410.87	Q1,895,667.11	Q(29,256.23)
INDE0002	FERROSILICIO 0.75~ FERROSILICIO	Q383,685.92	Q114,080.52	Q269,605.40
INDE0007	COKE CALCINADO 4/35~ COKE	Q166,817.88	Q71,298.36	Q95,519.52
INDE0008	GRAFITO AMORFO~ GRAFITO	Q978,506.11	Q262,665.79	Q715,840.32
INDE0016	ANKERJET LW90~ REFRACTARIO	Q515,219.86	Q260,141.82	Q255,078.04
INDE0026	ANKERMIX NS03 M~ REFRACTARIO	Q105,674.97	Q47,654.38	Q58,020.59
INDE0027	ANKERMIX NN03 M~ REFRACTARIO	Q133,986.68	Q172,506.27	Q(38,519.60)
INDE0058	OLIVINE~ OLIVINE	Q182,775.97	Q377,603.02	Q(194,827.05)
INDE0059	VADER MG~ VADER MG	Q58,232.16	Q58,066.72	Q165.44
INDE0060	ZONER GH~ POLVO DE COBERTURA	Q74,174.77	Q457,968.04	Q(383,793.27)
INDE0062	LANZA TERMOCOPLA RH45~ LANZA	Q101,725.27	Q4,410.91	Q97,314.36
INDE0615	FERROSILICO MANGANESO~ 68% MN 16% SI	Q4,702,623.76	Q1,284,598.32	Q3,418,025.44
LADR0002	KX13 CIRCULO1 131/2X6-5X315/16~ ANCARBON	Q12,591.61	Q9,663.14	Q2,928.47
PLAC6209	PLACAS AISLANTES P/4LINEAS MCC~ PLACAS A	Q573,516.42	Q84,226.12	Q489,290.30
Totales		Q 40,455,486.35	Q 33,430,815.88	Q 7,024,670.48

Se observa que una disminución en la demanda impacta positivamente en el inventario ya que éste disminuye Q7,024,670.48. La disminución en la demanda reflejaría el impacto en el inventario al siguiente mes ya que las cantidades óptimas de pedidos disminuirían en el mes en que la demanda bajó.

4. Discusión de escenarios. Los tres escenarios anteriores demuestran que la demanda está directamente relacionada con la cantidad de pedido óptima y el inventario promedio. Las suposiciones en cada escenario afectan al inventario del mes próximo al que se aplica el modelo.

Gráfica 13. Comparación de escenarios.



Este modelo de revisión continua nos da un panorama del comportamiento que se tendría en el costos promedio del inventario en tres situaciones diferentes. Es importante recalcar que la demanda fluctua y únicamente se puede pronosticar, pero un pronóstico nunca será certero y se debe de buscar disminuir el porcentaje de error.

B. Análisis de costos por obsolescencia

El siguiente análisis es únicamente el costo de oportunidad que se tomó en la empresa al momento de invertir en el inventario. Este tiene como base aquellos productos considerados como obsoletos.

Anteriormente se determinó los obsoletos encontrados para el inventario de insumos, en la siguiente tabla podemos observar los costos de los mismos.

Tabla 28. Costo de obsoletos.

Descripción	U/M	Costo Unitario	Existencias Jul-13	Total en Q
RUBINAL 96C-017M CIRC-2 13	UN	Q 116.59	990	Q 115,420.90
CUADRO P/TAPON REFRACK	UN	Q 4,986.02	6	Q 29,916.14
C-BOND SUPER F785 CIRCULO-1	UN	Q 115.72	500	Q 57,861.94
TUBO COBRIZADO 1/4"DOBLE PARED	UN	Q 43.62	1,739	Q 75,857.44
			Total	Q 279,056.43

Se hizo una investigación del motivo por el cuál éstos han sido dejado de utilizar en los últimos tres años. Entre las respuestas obtenidas es que no pasaron la prueba, pero se mantienen aún como sustitutos, no fue retirado en su momento del inventario, se está utilizando un producto con mayores beneficios.

Por los motivos anteriores agregados a que su uso en los últimos tres años fue prácticamente nulo, los convierte en inventario obsoleto.

Ya que éste análisis es basado en el costo de oportunidad se determinó el costo de oportunidad de invertir durante tres años en una cuenta bancaria que pague 5% de interés anual el valor de los insumos obsoletos.

Tabla 29. Costo de oportunidad.

Valor Presente	Q 279,056.43
Tasa de Interés (mes)	0.42%
Número de periodos (mes)	36
Total	Q 324,116.29

Por lo que se determinó que el costo de oportunidad de la inversión en los productos ahora obsoletos comparado contra la inversión de esa suma de dinero en un banco se ve representada por un total de Q45,059.86 que se han dejado de ganar si se hubiese invertido ese dinero en las mismas condiciones anteriores.

VIII. CONCLUSIONES

- Luego del análisis de la situación actual, se concluye que la empresa no cuenta con un modelo de gestión de compra de insumos. Esto se ve reflejado en que 50 de 77 insumos analizados cuentan con una rotación de más de 60 días.
- Se identificó que 27 insumos cuentan con una rotación promedio de 36 días y representan una inversión de Q29,937,059.90. Siendo la inversión en el inventario promedio actual un monto de Q40,455,486.35.
- Únicamente 77 de los 129 insumos a ser analizados muestran una demanda constante en un periodo de tres años. Estos representan 60% del inventario de insumos. El 40% restante de los insumos deben ser analizados mediante otros métodos y no son aplicables a un modelo EOQ debido al coeficiente de variabilidad obtenido.
- El modelo de revisión continua se aplicó únicamente a los insumos clase A, debido a que son los que mayor valor representan en el inventario, se estableció la cantidad óptima de pedido por insumo, punto de reorden e inventario promedio.
- De acuerdo a la clasificación ABC se concluye que a los insumos clase B y C se debe aplicar un modelo de revisión periódica.
- La planificación estratégica de requerimiento se aplicó a los insumos indicados en el modelo de revisión periódica ya que a estos se les estableció un periodo de revisión así como un inventario de seguridad. Para los insumos clase A se estableció los periodos de pedidos para cada insumo así como los días entre pedidos.
- La simulación de aplicación del modelo fue aplicado únicamente para los insumos clase A y dan como resultado una disminución en los costos del inventario promedio de Q5,946,468.91. Disminuyendo así el costo promedio del inventario a Q34,509,017.44 estando por arriba únicamente un 15% de la meta propuesta para el 2014.

IX. RECOMENDACIONES

- Aplicar el modelo propuesto para los insumos clase A.
- Aplicar el modelo propuesto para los insumos clase B y C.
- Separar la tarea de compra de insumos y MRO del Gerente de Insumos.
- Adquirir de un programa que permita una mejor planificación entre los departamentos de compras, ventas, producción y planificación.
- Establecer métodos para registrar los consumos de insumos por grado de acero para volver el modelo más certero.
- Monitorear constantemente las fluctuaciones de la demanda y actualizar los datos en los reportes propuestos en éste informe.

X. BIBLIOGRAFÍA

Chase, R., Jacobs, R. Y Aquilano, N. 2009. *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministro*, 12ª ed. México D.F., McGraw-Hill Inc.,. 777 págs.

Chopra, R. y P. Meindl. 2008. *Administración de la cadena de suministro Estrategia, planeación y operación*. 3ª ed. México D.F., Pearson Educación. 536 págs.

Magee, F y D. Boodman,1971. *Planeamiento de la producción y control de inventarios*. 2ª ed. Nueva York. McGraw-Hill Inc.,. 402 págs.

Muller, max. 2004. *Fundamentos de administración de inventarios*, 1ª ed. Bogotá, Amacom. 264 págs.

Pérez, E. 2006. *Análisis del control y propuesta de optimización de los inventarios en la bodega de materiales para una industria manufacturera de perfumes*. Tesis 2006. Universidad San Carlos de Guatemala [En línea] en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1646_IN.pdf [Con acceso el 14 de octubre de 2013]

Robbins, S. Y M. Coulter, 2010. *Administración*. 10ª ed. México D.F, Prentice Hall. 584 págs.

Schroeder R. 1992. *Administración de operaciones*, 3ª ed. Nueva York. McGraw-Hill Inc.,. 855 págs.

Winston, W. 2005, *Investigación de operaciones Aplicaciones y Algoritmos*, 4ª ed. México D.F., Cengage Learning. 1418 págs.

XI. GLOSARIO

Nave	Edificio de uso industrial que alberga la producción y/o almacena los bienes industriales.
Principio de Pareto	Conocido como 80-20. Lo poco de muchos lo mucho de pocos.
Lead time	Tiempo de entrega desde que es colocada la orden de compra hasta que ingresa a bodega.
MRO	Siglas utilizadas para expresar mantenimiento, reparación y operación.
Insumo	Todo aquel implemento que sirve para determinado fin.
PEX	Pronóstico de ejecución corporativo
Commodities	Producto destinado para uso comercial
One World	Sistema de registro y control de órdenes de compra.