

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL INVENTARIO PARA UNA  
EMPRESA PYME CONTRATISTA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**

**NORMAN DAVID YUSEFF MORENO**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
2018**

**PROPUESTA DE UN MODELO DE GESTIÓN DEL INVENTARIO DE UNA  
EMPRESA PYME CONTRATISTA DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**

**NORMAN DAVID YUSEFF MORENO**

**Trabajo de grado para optar el título de Magister en Ingeniería Industrial**

**Director proyecto  
JUAN JOSÉ CARDONA M.**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
2018**

<b>Contenido</b>	<b>pág.</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>1 CAPÍTULO I. Definición del Problema</b> .....	<b>9</b>
1.1 Contexto del Problema .....	9
1.2 Análisis y Justificación .....	11
1.3 Formulación del Problema .....	19
<b>2 CAPITULO II. Objetivos</b> .....	<b>20</b>
2.1 Objetivo del Proyecto.....	20
2.2 Objetivos Específicos.....	20
<b>3 CAPÍTULO III. Marco de Referencia</b> .....	<b>21</b>
3.1 Antecedentes o Estudios Previos .....	21
3.2 Marco Teórico.....	24
<b>4 CAPÍTULO IV. Metodología</b> .....	<b>28</b>
4.1 Gestión del Proyecto de Investigación.....	28
<b>5 CAPÍTULO V. Resultados</b> .....	<b>30</b>
5.1 Análisis de resultados .....	30
5.1.1 Diagnóstico del modelo de gestión del inventario existente .....	30
5.1.2 Caracterización de un nuevo modelo .....	34
5.1.3 Validación y simulación financiera del efecto del modelo propuesto..	40
5.1.4 Presentación modelo de gestión del inventario en Vensim PLE. ....	43
5.2 Conclusiones .....	58
5.3 Recomendaciones .....	59
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>61</b>

## Lista de Figuras

Figura 1. Diagrama causal (Primer nivel, Mano de Obra e Infraestructura).....	13
Figura 2. Diagrama causal (Primer nivel, Procesos y Entorno).....	14
Figura 3. Diagrama causal (Primer nivel, Materiales y Administración) .....	15
Figura 4. Causas internas de la insolvencia. (Fuente: SuperSociedades. Cálculos Grupo EEF) .....	23
Figura 5. Graficas distribución de las compras para el proyecto 1 .....	42
Figura 6. Graficas distribución de las compras para el proyecto 2 .....	43
Figura 7. Diagrama Forrester sistema de inventarios modelo real actual (Fuente: Elaborado con Vensim PLE).....	48
Figura 8. Diagrama Forrester sistema financiero modelo real actual (Fuente: Elaborado con Vensim PLE).....	48
Figura 9. Diagrama Forrester sistema de inventarios modelo mejorado (Fuente: Elaborado con Vensim PLE).....	49
Figura 10. Diagrama Forrester sistema financiero modelo mejorado mejorado (Fuente: Elaborado con Vensim PLE).....	49
Figura 11. Comparativo, rotación de inventarios para mejores políticas del modelo mejorado (Fuente: Resultado de Vensim PLE) .....	51
Figura 12. Entradas y salidas de inventario modelo real actual (Fuente: Resultado de Vensim PLE) .....	53
Figura 13. Ingresos y Egresos del modelo real actual (Fuente: Resultado de Vensim PLE) .....	53
Figura 14. Entradas y salidas de inventario modelo mejorado (Fuente: Resultado de Vensim PLE) .....	54
Figura 15. Ingresos y Egresos del modelo mejorado (Fuente: Resultado de Vensim PLE) .....	54
Figura 16. Comparativo Niveles de Inventario (Fuente: Resultado de Vensim PLE) .....	55
Figura 17. Comparativo CTR Periódico (Fuente: Resultado de Vensim PLE).....	55
Figura 18. Comparativo adición de efectivo desde la facturación (Fuente: Resultado de Vensim PLE) .....	56
Figura 19. Comparativo Flujo de Caja Neto Operativo (Fuente: Resultado de Vensim PLE) .....	56

## Lista de Tablas

Tabla 1. Valoración de importancia por causal.....	18
Tabla 2. Plan del proyecto .....	28
Tabla 3. Plan del proyecto (Continuación).....	29
Tabla 4. Descripción de factores claves del modelo propuesto de gestión de inventario frente al modelo actual .....	36
Tabla 5. Descripción de factores claves del modelo propuesto de gestión de inventario frente al modelo actual (Continuación) .....	37
Tabla 6. Descripción de factores claves del modelo propuesto de gestión de inventario frente al modelo actual (Continuación) .....	38
Tabla 7. Resumen resultados de la validación financiera del modelo.....	41
Tabla 8. Parámetros constantes en la modelación.....	45
Tabla 9. Parámetros variables en la modelación.....	46
Tabla 10. Cálculo del costo de hacer un pedido.....	47
Tabla 11. Cálculo del costo de manejar inventario.....	47
Tabla 12. Selección mejor política de inventarios en el modelo mejorado propuesto .....	51
Tabla 13. Evaluación comparativa de las simulaciones de los modelos de inventarios real actual y mejorado propuesto .....	57

## Lista de Anexos

Anexo 1. Diagrama Causal completo.....	64
Anexo 2. Análisis Pareto comportamiento real proyecto 1 .....	65
Anexo 3. Cronograma consumo de materiales proyecto 1.....	66
Anexo 4. Cronograma consumo de materiales proyecto 1 ajuste precios mercado .....	67
Anexo 5. Calculo VPN proyecto 1 sin inversión del anticipo.....	68
Anexo 6. Calculo VPN proyecto 1 con inversión del anticipo .....	69
Anexo 7. Análisis Pareto comportamiento real proyecto 2 .....	70
Anexo 8. Cronograma consumo de materiales proyecto 2.....	71
Anexo 9. Cronograma consumo de materiales proyecto 2 ajuste precios mercado .....	72
Anexo 10. Cálculo VPN proyecto 2 sin inversión del anticipo.....	73
Anexo 11. Cálculo VPN proyecto 2 con inversión del anticipo .....	74
Anexo 12. Cálculo inventario promedio semanal de la empresa.....	75
Anexo 13. Cálculo porcentaje de participación del SKU seleccionado en el presupuesto del proyecto 1 .....	76
Anexo 14. Cálculo facturación semanal asignada al SKU seleccionado .....	77
Anexo 15. Documentación formulación modelo real actual .....	78
Anexo 16. Documentación formulación modelo mejorado propuesto .....	85
Anexo 17. Cuadro comparativo indicadores modelo real actual vs modelo mejorado propuesto .....	93

## RESUMEN

Una empresa contratista del sector construcción ha presentado cuatro alertas relacionadas con déficit en el flujo de efectivo durante el último año, con el fin de evitar que estas alertas se materialicen, las cuales corresponden a riesgos reales a incumplimientos con proveedores y clientes, por falta de recursos para operar y al detectar por medio de un diagnóstico de causa raíz que el manejo del inventario es la causa más importante para esta coyuntura, se desarrolla un nuevo modelo del sistema de gestión del inventario y se define la política de inventario para un SKU representativo seleccionado.

Previamente se realiza una simulación financiera de dos proyectos seleccionados, uno de construcción de casas y otro de construcción de apartamentos, donde se estructura un escenario que corresponde al consumo real de recursos por la compra de los materiales que consumió el proyecto contra otro escenario donde se realiza el consumo de los recursos comprando los material previo a la consumo real del material en el proyecto, esta redistribución de los recursos evidenció un ahorro parcial representado en variación del VPN de los flujos de salida de recursos considerando inflación y tasa de interés por inversión del anticipo.

Posteriormente, utilizando una herramienta de simulación de sistemas dinámicos llamada VENSIM PLE se genera el cálculo de indicadores claves relacionados con el costo, la rentabilidad y la liquidez correspondientes al SKU seleccionado para los modelos actual y propuesto y se realiza su comparación.

Al observar los resultados de ambos modelos, se evidencian mejoras representativas que le ofrecen a la empresa PEC S.A.S. la oportunidad para reducir el riesgo a la iliquidez y mejorar la rentabilidad del inventario de una manera considerable, si se realiza la implementación del modelo desarrollado en el presente documento.

Palabras clave: Sector construcción, Inventario, modelo, teoría de sistemas, sistemas dinámicos, simulación, Vensim, Liquidez, rentabilidad del inventario, políticas de inventario, modelo EOQ, cantidad económica de pedido, diagrama de forrester, flujo de caja.

## INTRODUCCIÓN

La pequeña y mediana empresa cuando se encuentra en crecimiento se caracteriza por tener la necesidad de ajustar a contrarreloj sus procesos para poder ser competitiva, con el agravante que empieza a realizar los procesos de una manera ineficiente y después tiene que corregir lo que hace mal para poder realizar cambios de fondo y alcanzar mejoras significativas.

La empresa objeto de estudio, en adelante PEC S.A.S., se encuentra en esta situación, hace muy poco tiempo, menos de 3 años, en ese entonces, era una empresa pequeña con pocos proyectos y poco personal, en la cual los procesos estaban determinados únicamente por las decisiones que tomaba la gerencia, hoy la empresa ya no se puede dar ese lujo puesto que el tamaño actual de la operación requiere de decisiones más estructuradas y ágiles, que tengan en cuenta el punto de vista sistémico de los procesos, el cual ahora es mucho más complejo.

Entre muchos problemas, que la coyuntura de crecimiento puede generar, se identificó uno clave que ha generado mucha preocupación en el panorama reciente de la empresa, el flujo de caja, en el último año se han presentado episodios de iliquidez, principalmente cuando ha disminuido la contratación, estos han generado mucha preocupación y son efecto de situaciones especiales y sus correspondientes decisiones. Se identificó por medio de un análisis causal que esas situaciones especiales, de acuerdo con su importancia, correspondían principalmente a la gestión del inventario.

Por lo tanto, se realiza este proyecto con el fin de proponer un modelo de gestión del inventario acorde al tamaño y complejidad de la empresa, que tenga compatibilidad con el modelo de operación actual y mejore la disponibilidad de efectivo, lo cual se debe reflejar en mejores indicadores de VPN y Rentabilidad operativa del inventario para los proyectos eléctricos por ejecutar, lo cual impacta directamente la rentabilidad y el flujo de caja de la empresa.

Para validar este modelo se realiza una simulación financiera de dos proyectos significativos y totalmente terminados, se establece el modelo real actual y el modelo mejorado propuesto y se compara el indicador de VPN, esto permite medir la magnitud económica de la mejora propuesta. El modelo se estudia en detalle y finalmente se presenta un modelo de la propuesta elaborado en el software VENSIM PLE, versión estudiantil, en el cual se realiza una simulación que muestra el funcionamiento y aplicación del modelo para un SKU seleccionado.



# 1 CAPÍTULO I. Definición del Problema

## 1.1 Contexto del Problema

La empresa objeto de estudio es PEC S.A.S., pertenece al sector de la construcción, específicamente realiza la actividad de instalaciones eléctricas para urbanizaciones. Siendo una empresa joven, registrada en cámara y comercio en el año 2006 presenta los problemas típicos de una empresa que ya cumple con las características de mediana, más de 50 empleados y más de 5.000 SMMLV en activos (Ley No. 905, 2004), pero se sigue comportando como pequeña. En los últimos cuatro años de la mano de su único cliente ha crecido de manera acelerada triplicando su facturación del año 2014 al año 2016, la empresa presentó una caída considerable en facturación en el año 2017 debido a déficit de contratación en el segundo semestre de 2016, Sin embargo, durante el mismo año se reactivó la contratación de manera significativa debido a un ajuste de tarifas y a la aceptación de nuevos clientes y en este momento se estima que en el año 2018 se superará al menos en un 50% la facturación presentada en el año 2016.

Desde el momento en que la contratación se redujo a mediados del año 2016 la gerencia empezó a cuestionar las razones de su estancamiento y empezó a sospechar que había sido ineficiente respecto al manejo de sus costos e inversiones. Inicialmente, tenía capacidad instalada ociosa en términos de vehículos, instalaciones, equipos y personal de obra, tenía un inventario acumulado sin rotación y sin conocimiento de su valor realizable, un software de obras que estaba siendo subutilizado e información financiera irreal e incompleta. Sin contar la acumulación de diseños terminados, retegarantías, actividades no contratadas o adicionales de obra que no se habían gestionado para cobro, siendo los dos últimos equivalentes a más del 10% de la facturación del año 2016, la mayor hasta el momento. La gerencia entonces toma la decisión de contratar personal administrativo y de ingeniería que ayudara a gestionar los asuntos pendientes, pero la falta de autonomía para la toma de decisiones para estos nuevos cargos presentó un obstáculo para la implementación oportuna de varias mejoras propuestas por estos nuevos cargos. En repetidas ocasiones se le ha escuchado al gerente las siguientes frases en las reuniones: “Tengo más personal y los mismos problemas”, “No conozco mis costos”, “No sé si la obra me deja ganancia”, “¿Dónde están mis utilidades?”, “Estamos mal en liquidez, ya me gasté el anticipo de una obra en otra”, entre otras.

Actualmente la situación ha cambiado en términos de contratación, se inicia el año 2018 con más de \$12.000'000.000 en contratos para ejecutar entre el año 2018 y el año 2019 y se pretende obtener al menos \$9.600'000.000 por nuevos contratos durante el año 2018, lo anterior implica que la facturación puede pasar de \$3.600'000.000 a \$9.000'000.000 del año 2017 al año 2018.

Debido al aumento de la actividad se puede observar mejora en términos de la capacidad instalada, también se ha logrado gestionar los cobros por las actividades que se encontraban pendientes, ya hay un cargo que maneja esta gestión. Además, los cargos de dirección cuentan con más autonomía, el software de obras se está utilizando de mejor manera y la información financiera poco a poco se ha ido ajustando a la realidad. Sin embargo, todavía hay evidencia de ineficiencias en los procesos o malas prácticas, tales como, se han realizado inversiones que no aportan nuevas fuentes de ingreso y solo alivian algunos gastos, la información financiera todavía no es oportuna y no es 100% compatible con la operativa, en el proceso de compras se están presentando problemas relacionados con cotizaciones erróneas que afectan los presupuestos, propiciando que se ganen licitaciones porque se presupuestó erróneamente por debajo del precio adecuado, compras inoportunas que afectan la operación en obra porque el material no está disponible cuando es requerido y erradas que afectan los inventarios porque se compra con especificaciones erróneas o se compra material que está previamente disponible en bodega. El valor del inventario sigue creciendo sin una valoración real ni un control adecuado, además los coordinadores de obra reportan sobrecarga laboral y no cumplen con el desempeño esperado con relación a los cobros de avances y el control de consumo de materiales en obra.

A lo anterior se suma que en dos ocasiones durante el año 2017 se presentaron sobregiros en la cuenta corriente de la empresa y recientemente en el año 2018 se ha corrido el riesgo de sobregiro en otras dos ocasiones, siendo imprescindible utilizar los anticipos de nuevas obras para poder cubrir los gastos y costos de operación; en el mes de marzo se incurrió en un préstamo por \$200.000.000 para capital de trabajo y se han programado pagos a proveedores con vencimiento hasta por 15 días, cuando la política de la empresa es pagar anticipadamente para aprovechar todos los descuentos financieros.

La iliquidez pasa desapercibida en escenarios de continuo crecimiento y más cuando se puede hacer uso de anticipos hasta por el 45% por cada contrato, la evidencia presentada en los últimos meses indica que hay un detrimento de la caja, lo cual si no es controlado y corregido oportunamente resultará en dificultades para la sostenibilidad financiera y operativa de la empresa en el mediano o largo plazo,

siendo el efecto más perjudicial, el incumplimiento por falta de recursos para la ejecución de los contratos por obras eléctricas.

## **1.2 Análisis y Justificación**

Se realiza un análisis causal del problema utilizando la metodología de Diagrama Causa- Efecto, Espina de pescado (Ishikawa., 1988); dicho problema se define de la siguiente manera:

“Riesgo para la empresa PEC S.A.S. de presentar incumplimientos con clientes y proveedores por problemas de liquidez, los cuales pueden terminar afectando la sostenibilidad financiera de la empresa.”

Para el análisis se define como categorías las siguientes:

**Mano de Obra:** Se analizan las causas que tengan relación con las personas que ejecutan procesos que afecten directamente o influyan en las decisiones del manejo de efectivo.

**Procesos (Método):** Se definen las causas que tengan su origen en procesos o métodos empleados para la ejecución de actividades de tipo administrativo o de la operación, que impliquen la entrada o salida de efectivo.

**Materiales:** Se identifican las causas que tienen relación con la determinación del consumo de efectivo a partir del manejo de los materiales.

**Entorno (Medio ambiente):** Estas causas están relacionadas con los aspectos regulatorios e indicadores de mercado utilizados por las empresas para la toma de decisiones que influyan en la utilización del efectivo.

**Infraestructura (Maquinaria y Equipo):** Elementos estructurales y de soporte operativo en los que la empresa invierte que pueden o no utilizarse para el funcionamiento o ejecución de los procesos.

**Administración:** El papel de la administración de la empresa y la toma de decisiones desde la gerencia respecto al uso del efectivo.

El autor de este trabajo que funge como Director Administrativo de la empresa en estudio se reúne con el grupo primario de directores, Directora de Control presupuestal y directora de operaciones, para solicitar su opinión respecto al análisis causal realizado, de acuerdo con sus aportes se realizan los ajustes correspondientes.

Al realizar el ejercicio con el diagrama Espina de pescado y la posterior validación con el grupo primario se identificaron una gran cantidad de causales al problema establecido, sobre los cuales no es fácil identificar cual es la causa principal, más relevante o causa raíz, por lo tanto, se requiere jerarquizar las causales para enfocar este trabajo a la, o las causas que sean más importantes según los criterios de valoración definidos.

Con este fin se utiliza como herramienta, para identificar las causas con la mayor importancia, la matriz de ponderación de criterios (Camison, Cruz, & Gonzalez, 2006), específicamente el método del consenso de criterio, donde se definen los siguientes factores o dimensiones de valoración que se aplican a cada causal:

Magnitud (M): El nivel de afectación proporcional a la liquidez.

Gravedad (G): Afecta directamente o indirectamente la liquidez.

Prevención (P): Nivel de facilidad para controlar o prevenir la causa.

Frecuencia (F): Esta causa se presenta de forma ocasional o permanente.

Estas dimensiones serán evaluadas así: 1 = Baja, 2 = Media y 3 = Alta, a cada dimensión se le asigna el mismo peso, por lo tanto, el resultado de cada una se multiplicará aplicando la siguiente ecuación:

$$M \times G \times P \times F = I$$

Siendo "I" la importancia determinada para cada causal. Se identifican cuatro procesos para agrupar las causales identificadas:

- A. Gestión logística
- B. Gestión Financiera
- C. Planeación
- D. Gestión operativa

Finalmente se promedian las importancias para cada proceso y se escoge el proceso de mayor puntaje y dentro de este, la(s) causal(es) con mayor importancia para ser trabajada(s). Se presenta el diagrama causal con el primer nivel de las causas (Figuras 1, 2 y 3), seguido se encuentra el listado de causales raíz (Segundo y tercer nivel) identificadas por proceso y luego en la Tabla 1 se presenta la valoración de importancia por causal según el método de la matriz de ponderación de criterios explicada anteriormente.

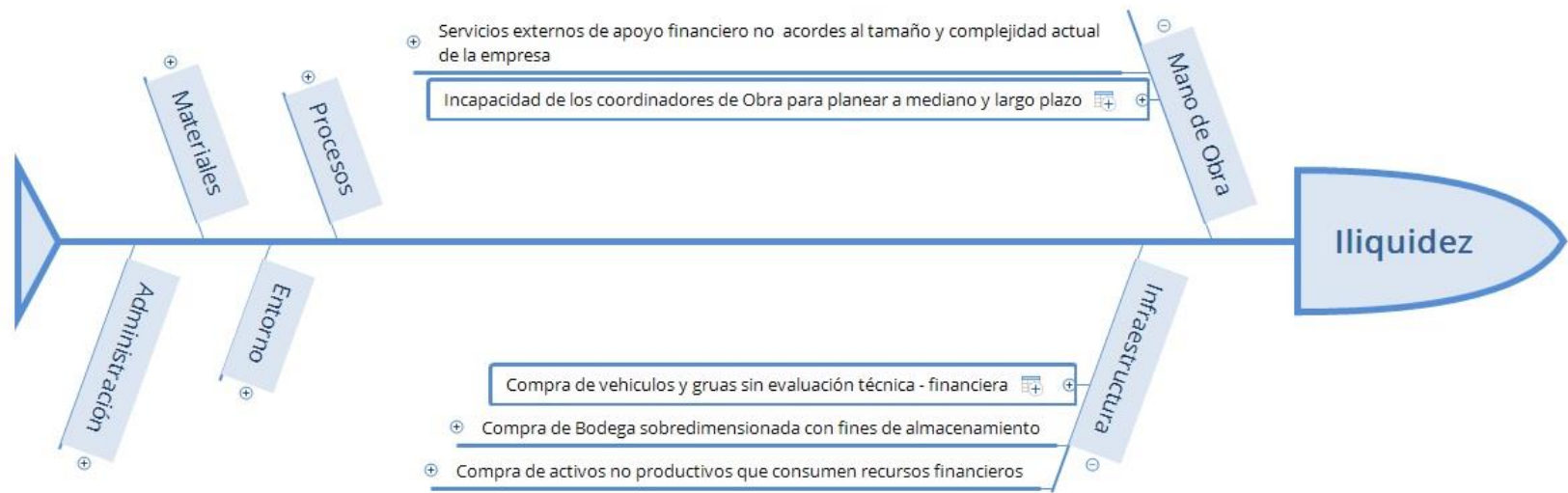


Figura 1. Diagrama causal (Primer nivel, Mano de Obra e Infraestructura)

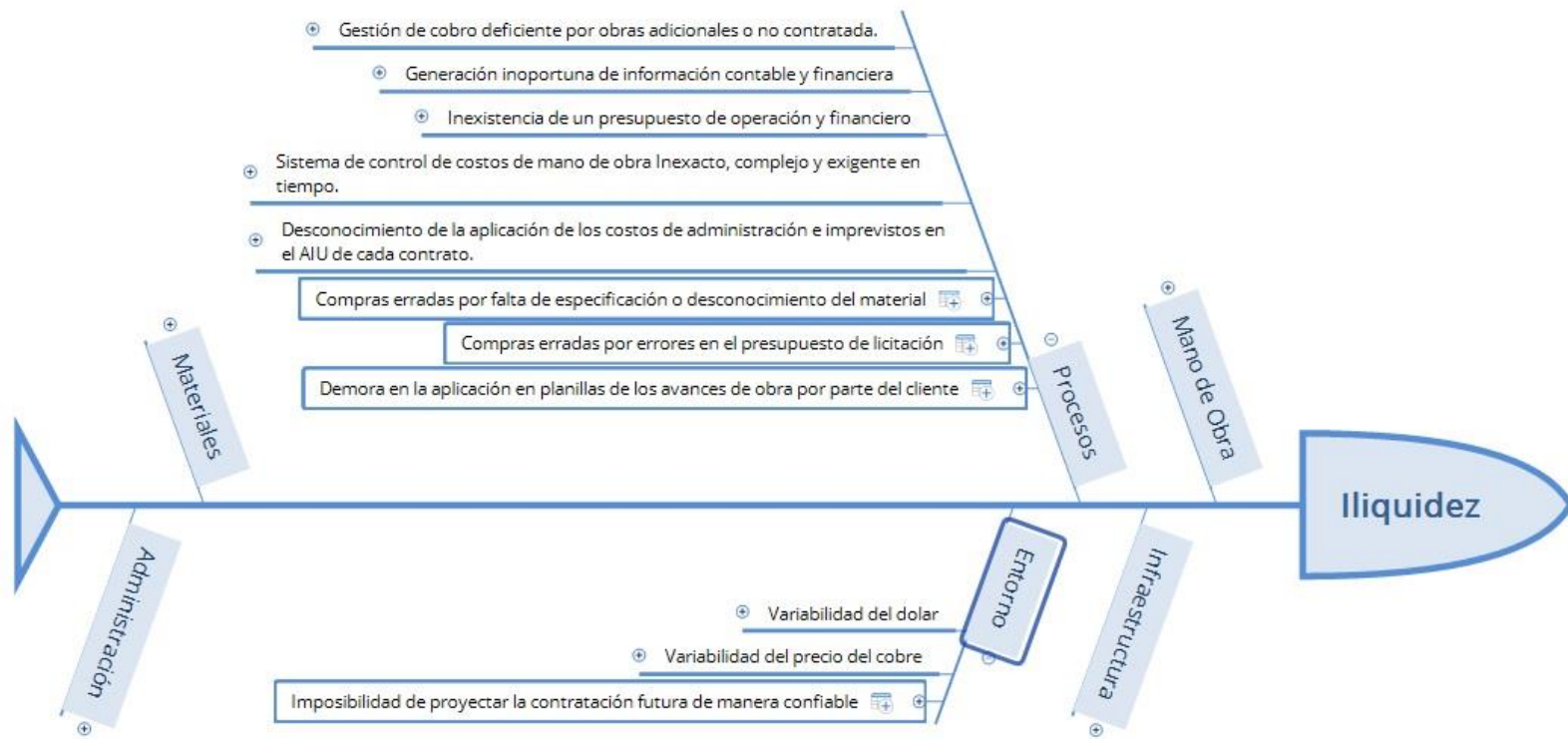


Figura 2. Diagrama causal (Primer nivel, Procesos y Entorno)

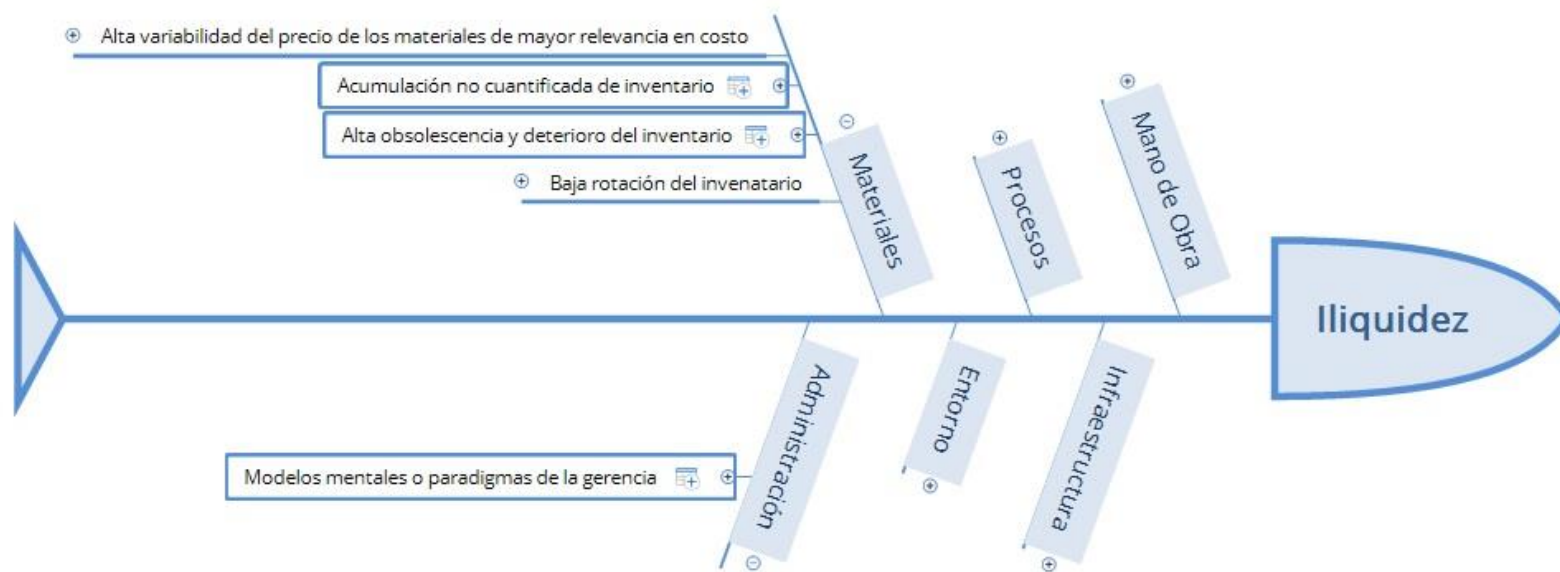


Figura 3. Diagrama causal (Primer nivel, Materiales y Administración)

#### A. Gestión logística

1. Necesidades actuales adicionales de espacio de almacenamiento.
2. Estructura de codificación de materiales no estandarizada e incompleta.
3. No se tiene el cálculo del costo de mantener o almacenar inventario.
4. No se tiene conocimiento de la rotación real del inventario, se percibe que es muy baja.
5. Alta relevancia en el costo de obra por materiales importados afectados por la variación de la cotización del dólar.
6. Alta relevancia en el costo de obra por materiales elaborados con cobre, material transado en bolsa.
7. Implementación de sistema de información de inventarios incompleta a la fecha.
8. Materiales devueltos de obras u obsequiados por el cliente que no se pueden aprovechar en otras obras.
9. Política gerencial “El material devuelto o sobrante de una obra debe quedar disponible para uso exclusivo de la misma obra en caso de postventa”.
10. Sistema de información de Presupuestos-compras-inventario que solo se puede modificar por instrucción o autorización de la Gerencia.
11. Compra de materiales asignados a una sola obra deben quedar almacenados hasta su utilización en esta.
12. Compra de materiales representativos en costo al inicio de la obra para cumplir con el presupuesto licitado.
13. Compra de material al inicio de la obra que en el momento de ser utilizado es reemplazado por cambio en especificaciones del diseño.
14. Falta de conocimiento o desatención del personal de ingeniería respecto a las especificaciones de algunos materiales de obra desde el momento de su diseño hasta su utilización.
15. Falta de estandarización en los materiales presupuestados por tipo de obra y/o cliente.

#### B. Gestión Financiera

1. Contador y Revisor Fiscal enfocados en impuestos que no aportan asesoría financiera.
2. Procesos contables mal coordinados que generan incumplimiento en la entrega de información financiera.
3. La información de costos de mano de obra se maneja en Excel a partir de las novedades recogidas diariamente, para cada obra se debe repetir todo el proceso de consolidación.



4. No hay un sistema de costos que asigne de manera estándar los costos y gastos administrativos y de ingeniería a cada proyecto.
5. La información contable no maneja la información real del inventario.
6. Se aprovechan todos los descuentos financieros cuando hay disponibilidad de efectivo
7. Modelo mental de “Mejor el dinero invertido en inventario que disponible en la cuenta”.
8. Poca disponibilidad de la gerencia y la dirección administrativa para la elaboración de un presupuesto financiero de la operación.
9. Poca disponibilidad de la dirección administrativa para evaluar diferentes alternativas de inversión de los anticipos.
10. Oportunidades de inversión definidas por la gerencia aprovechadas cuando se presenta disponibilidad de efectivo sin evaluación previa.
11. No se realizan planes para la utilización de los anticipos.

#### C. Planeación

1. Falta de herramientas o metodología de planeación para los coordinadores de obra.
2. Falta de experiencia laboral en planeación de los coordinadores de obra.
3. Desconocimiento y falta de implementación del plan de la gerencia para ofrecer servicios de transporte y grúa a los clientes.
4. Dificultad para proyectar la contratación de nuevos proyectos en el futuro.
5. Asignación de proyectos basada en concursos licitatorios difíciles de predecir.

#### D. Gestión de la Operación

1. Sobrecarga laboral de los coordinadores de obra, poca disponibilidad de tiempo o desatención para labores de seguimiento al reconocimiento de avances de obra por parte del cliente.
2. Falta de claridad respecto a las funciones y responsabilidades del cargo de coordinador de obra.
3. Personal nuevo con poca experiencia en el proceso de presupuestos para licitaciones.
4. Proceso de cobro de adicionales y obras no contratadas, en implementación ejecutado por un área nueva creada para realizar otras actividades prioritarias de presupuesto de obra.

Tabla 1. Valoración de importancia por causal

PROCESO	CAUSAL	M	G	P	F	I
Gestión logística	A.1.	3	3	2	3	<b>54,0</b>
	A.2.	2	1	2	3	<b>12,0</b>
	A.3.	3	3	1	3	<b>27,0</b>
	A.4.	3	3	2	3	<b>54,0</b>
	A.5.	3	3	1	3	<b>27,0</b>
	A.6.	3	3	1	3	<b>27,0</b>
	A.7.	3	3	2	3	<b>54,0</b>
	A.8.	3	3	2	2	<b>36,0</b>
	A.9.	3	3	2	3	<b>54,0</b>
	A.10.	3	3	1	2	<b>18,0</b>
	A.11.	3	3	2	3	<b>54,0</b>
	A.12.	3	3	2	3	<b>54,0</b>
	A.13.	2	3	2	2	<b>24,0</b>
	A.14.	2	3	1	2	<b>12,0</b>
	A.15.	2	2	2	2	<b>16,0</b>
<b>PROMEDIO</b>						<b>34,9</b>
Gestión financiera	B.1.	2	1	2	3	<b>12,0</b>
	B.2.	2	2	2	3	<b>24,0</b>
	B.3.	3	2	2	3	<b>36,0</b>
	B.4.	3	2	2	3	<b>36,0</b>
	B.5.	2	1	2	3	<b>12,0</b>
	B.6.	3	3	2	3	<b>54,0</b>
	B.7.	3	3	2	3	<b>54,0</b>
	B.8.	2	1	2	3	<b>12,0</b>
	B.9.	2	1	2	3	<b>12,0</b>
	B.10.	3	3	2	2	<b>36,0</b>
	B.11.	2	3	2	3	<b>36,0</b>
<b>PROMEDIO</b>						<b>29,5</b>
Planeación	C.1.	3	1	1	3	<b>9,0</b>
	C.2.	3	1	2	3	<b>18,0</b>
	C.3.	2	2	2	3	<b>24,0</b>
	C.4.	2	1	1	3	<b>6,0</b>
	C.5.	2	2	1	3	<b>12,0</b>
<b>PROMEDIO</b>						<b>13,8</b>
Gestión operativa	D.1.	3	3	2	3	<b>54,0</b>
	D.2.	2	1	3	2	<b>12,0</b>
	D.3.	2	2	2	2	<b>16,0</b>
	D.4.	3	3	2	2	<b>36,0</b>
<b>PROMEDIO</b>						<b>29,5</b>

La clasificación y valoración presentada en la Tabla 1, indica que el problema se debe atacar principalmente desde la gestión logística, específicamente en el tema de inventarios, debido a que las causales con mayor calificación de importancia se relacionan directamente con esta temática, espacio de almacenamiento insuficiente,

desconocimiento de los costos de mantener el inventario, implementación incompleta del sistema de inventarios, restricción al consumo del material devuelto de las obras, compra y almacenamiento exclusivo y restringido de material para una obra específica y compra de todo el material representativo en costo para la obra al recibir el anticipo, previo al inicio de la obra.

Sin embargo no hay que dejar de lado algunas causales de otros procesos que por su alta calificación de importancia individual se deben trabajar tangencialmente y podrían aportar en la mejora de la situación de la empresa respecto a la liquidez, tales como mejorar la oportunidad de los coordinadores de obra en el proceso de facturación de los avances de obra, definir nuevas políticas para el aprovechamiento de los descuentos financieros y el cambio de paradigma de la gerencia respecto a preferir tener el efectivo invertido principalmente en Inventario, paradigma o modelo mental que puede ser sustentado o refutado con la ejecución del presente trabajo de grado.

### **1.3 Formulación del Problema**

El modelo de gestión del inventario que aplica actualmente PEC S.A.S. tiene un impacto importante en la liquidez de la empresa. En el último año se han presentado cuatro eventos de iliquidez que han propiciado incumplimientos con los proveedores y han puesto en riesgo las relaciones comerciales con estos, situaciones que también han puesto en riesgo el cumplimiento contractual con los clientes. El problema radica en que un próximo evento de iliquidez que materialice dichos riesgos, podría afectar la reputación, la rentabilidad y sostenibilidad de la empresa en el mediano y largo plazo.

## 2 CAPITULO II. Objetivos

### 2.1 Objetivo del Proyecto

Presentar un nuevo modelo de gestión del inventario para la empresa PEC S.A.S. que mejore el flujo de efectivo y la rentabilidad del inventario y que funcione integrado al modelo de gestión operativa de la empresa.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Establecer los aspectos principales del modelo de gestión del inventario actual que son susceptibles de mejora e investigar las mejores prácticas que se pueden implementar.
- Caracterizar y definir la política de un nuevo modelo de gestión del inventario para la empresa PEC S.A.S.
- Validar por medio de una simulación financiera, en términos de flujo de caja neto con el VPN, la mejora estimada por la implementación de un sistema de gestión del inventario acorde a la operación de la empresa.
- Presentar una simulación con técnicas del área de conocimiento del pensamiento sistémico para el modelo de gestión de inventarios propuesto con su respectiva validación de indicadores de tipo financiero para el costo, la liquidez y la rentabilidad del inventario.

Para los anteriores objetivos específicos se definen de manera correspondiente los siguientes entregables:

- Caracterización del modelo real actual de gestión del inventario.
- Política de inventario para un nuevo modelo mejorado.
- Validación financiera del modelo mejorado, comparado con el desempeño financiero del modelo real actual.
- Simulación funcional en Vensim PLE del modelo de gestión del inventario mejorado propuesto con resultados financieros y comparativo con el modelo real actual.

### 3 CAPÍTULO III. Marco de Referencia

#### 3.1 Antecedentes o Estudios Previos

Durante la búsqueda inicial de documentos de estudios previos en las bases de datos proporcionadas por la Universidad ICESI, principalmente Emerald, se identificó una gran cantidad de material relacionado con la cadena de abastecimiento en construcción, se utilizan como palabras claves, “Inventario”, “Flujo de efectivo”, “Flujo de Caja”, “Liquidez”, “Construcción”, “Modelación de sistemas”, “Administración de inventarios”, “Control de Inventarios”, “Gestión de Inventarios”, “Sistema”, “Modelo”, se excluyeron palabras como “Salud” y “Alimentos”, en Inglés y en español y en diversas combinaciones. La mayoría de los artículos consultados se enfocan en el proceso de compras (Zuluaga Gutierrez & Raul, 2010), la selección de proveedores, la distribución del material y algunos en sistemas de almacenamiento, sin embargo, fueron pocos los que se relacionaron directamente con los modelos de inventario específicamente y dentro de estos, aún menos, los que trabajaron un enfoque financiero, solo se estudia el punto de vista del costo, como fue el caso en el que se utiliza el costeo ABC para analizar la logística en construcción (Fang & Ng, 2011).

Se destacan dos publicaciones que generan mucho contenido que puede ser relevante para este trabajo “Automation in construction” y “Construcción engineering and management” de los cuales se tomaron varios de los documentos revisados.

Inicialmente se encontraron investigaciones realizadas en China, Cuba y Rusia, países que por su sistema de gobierno comunista tiene muchas restricciones en términos de contratación que hacen poco flexible la implementación de mejoras o cambios en los procesos ya establecidos en los proyectos.

En China se encuentran trabajos (Lu, Wang, Xie, & Wang, 2018) donde se hace énfasis en evitar que existan agotamientos de inventario, utilizando colchones de seguridad para materiales o tiempo. Estos colchones de seguridad evitan retrasos en la programación de obra, los cuales han sido calculados por medio de modelos matemáticos que tienen en cuenta la variabilidad de la demanda y la tasa de cumplimiento de los proveedores. También existen modelos matemáticos (Lu, Wang, Xie, & Li, 2016) y simulaciones (Gocken, Dosdogru, & Boru, 2017), en Turquía, que determinan políticas de control de inventario, encontrando, con algunas consideraciones y restricciones el tamaño del inventario de seguridad adecuado para aumentar el nivel de servicio y reducir el nivel del inventario logrando de esta manera mayor disponibilidad de efectivo, lo cual conduce al cumplimiento

del objetivo de este trabajo, así como al análisis de los costos del inventario que permitan alcanzar mayores niveles de rentabilidad los cuales también son modelados matemáticamente por (Lu et al., 2018).

Por otra parte, se evidencia el manejo del concepto de “Lean Thinking” para proponer alternativas de optimización de la cadena de suministro por medio de la eliminación de desperdicios de los procesos, sin embargo, para el caso específico del sector de la construcción se requiere mayor involucramiento de todos los procesos internos y los interesados externos, es decir un enfoque más holístico para que se produzcan resultados favorables, puesto que administrar proyectos que presentan un alto grado de incertidumbre no es equiparable a administrar procesos que pueden ser estandarizados, según analizan en su artículo (Fearne & Fowler, 2006).

También se explora la posibilidad de aplicar “JIT” para la gestión del inventario en construcción, según el resultado del estudio realizado por (Baladhandayutham & Venkatesh, 2012), esta metodología se puede aplicar pero con varios ajustes, debido a que en construcción la falta de un material así sea el más insignificante puede parar una obra, lo que causaría pérdidas económicas e incremento al riesgo de incumplimiento de contratos lo que es más grave aún por sus repercusiones inclusive de tipo legal.

Con el fin de validar que el manejo adecuado del capital genera una mejora en el flujo de caja se identifica el comportamiento por modelamiento matemático y análisis de datos en (Arcos & Mora, 2006), donde se ratifica la relación directa entre estos dos indicadores financieros. También se encuentra un estudio realizado por la superintendencia de sociedades (Vélez, 2012) con la información consolidada brindada por 121 empresas que se encontraban en acuerdo de reorganización para determinar las principales causas de la insolvencia económica donde se separaron causas externas y causas internas, dentro las causas internas las cinco más relevantes fueron el alto endeudamiento, la falta de capital de trabajo, la disminución de ventas, los altos costos y/o gastos operacionales y de ventas y la baja rentabilidad del negocio, todas relacionadas directa o indirectamente con el manejo del inventario y las dos primeras relacionadas directamente con el manejo del efectivo, sin embargo el crecimiento de inventarios también aparece como la causal número 13 en la figura 4.

### Causas Internas de la insolvencia en empresas en reorganización empresarial

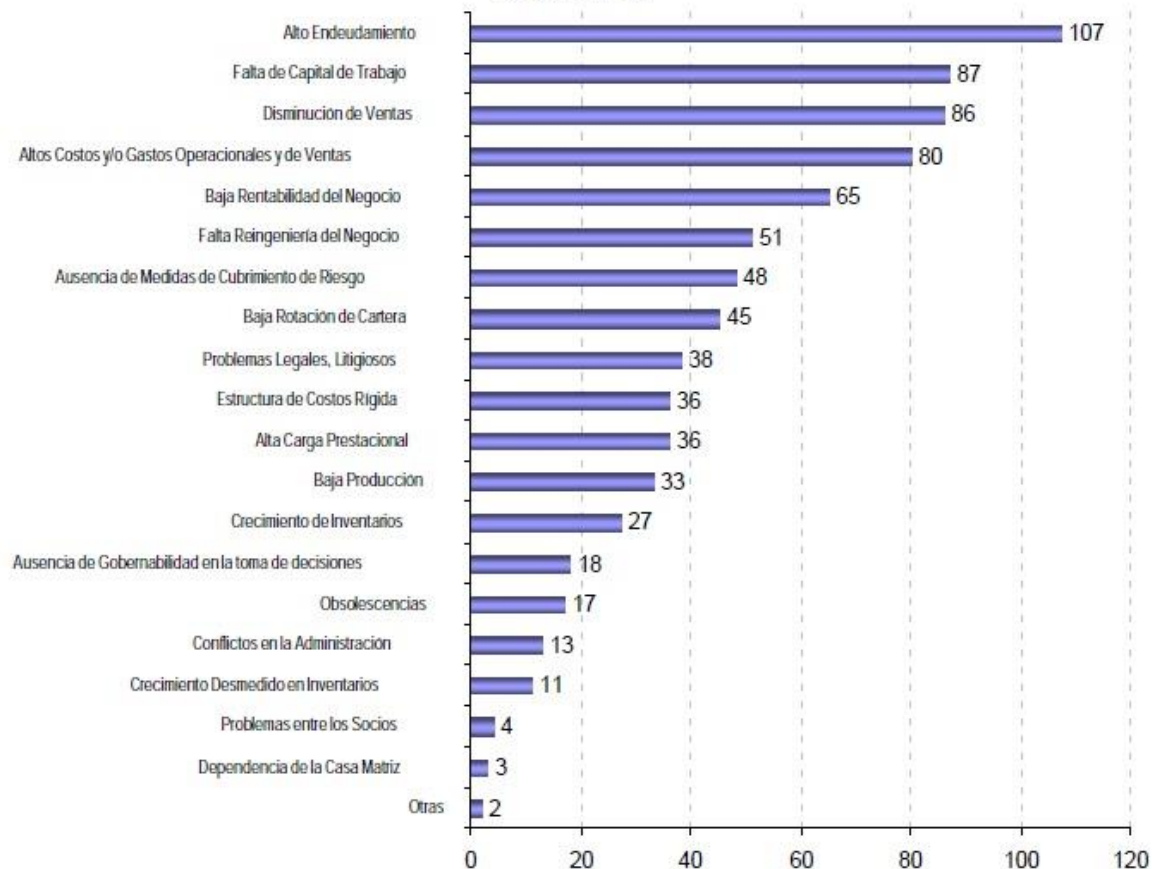


Figura 4. Causas internas de la insolvencia.  
(Fuente: SuperSociedades. Cálculos Grupo EEF)

También se identifica un método de simulación desde la quinta disciplina (Senge, P. M., Kleiner, A., Roberts, C., Ross, R., & Smith, 2006) partiendo del pensamiento sistémico que utiliza como herramienta los modelos de sistemas dinámicos con diagramas de Forrester, (Canaleta, n.d.) presenta una aplicación del modelo de Wilson también llamado EOQ, cantidad económica de pedido, a partir de esta aplicación se profundiza sobre el tema. Se identifican múltiples documentos donde se realizan adaptaciones o se extiende el modelo para relacionarlo por ejemplo con la utilidad y la demanda según el crecimiento de la población (Martínez & Villada Oquendo, 2013), modelos macro que describen cadenas de suministro completas donde se involucra el Proveedor y al cliente y donde se comparan diferentes

políticas (Avellaneda, Rozo, & Ayala, 2011), o adaptaciones de modelos que tienen en cuenta políticas de inventario aplicadas en software como iThink y Vensim (Agudelo & López, 2018).

Para el proceso de modelamiento en Vensim PLE, se identificaron un par de manuales disponibles online (Universidad del Cauca, s.f.) y (Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, s.f.), ver en la bibliografía, el asistente de ayuda del programa que en la mayoría de los casos es suficientemente descriptivo, así como los conceptos básicos de manejo aprendidos en la materia Pensamiento Sistémico de la Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad ICESI.

Para realizar la comparación con otras empresas del sector se identificaron tres estudios interesantes de caracterización de la gestión de proyectos, gestión logística y dentro de estos o de manera específica la gestión específica del inventario, el primer artículo está en México, donde (González, Solís, & Alcudia, 2010) realizan un diagnóstico e identifican sus fortalezas y debilidades, en (Arijeloye & Akinradewo, 2016) realizado en Nigeria, donde se identificaron las principales fallas en el control de los materiales y se proponen mejores prácticas para evitar múltiples problemas asociados a la gestión del inventario y por último en Colombia (Fonseca, 2011) quien para proponer mejoras en la gestión logística de las empresas de construcción del país realiza un diagnóstico exhaustivo del sector.

La documentación encontrada marca pautas importantes para la elaboración del presente trabajo, puesto que muestra nuevos enfoques, aportan modelos matemáticos, clarifican conceptos y confirman que con la simulación se puede validar la aplicación de nuevos modelos. Queda por confirmar si para las condiciones externas de este país (Colombia), el modelo operativo de la empresa, disponibilidad de la información y el nivel de integración actual cliente – contratista - proveedor se requiere de mayores esfuerzos de tipo analítico e investigativo para cumplir el objetivo propuesto.

### **3.2 Marco Teórico**

La gestión y el control de inventarios es un área de la logística que estudia el manejo que se le debe dar al material sea materia prima, producto en proceso y/o producto terminado, en cualquier tipo de empresa. Sea con fines comerciales, de manufactura o de servicios, todas las empresas trabajan con algún tipo de inventario y su adecuado manejo puede determinar su éxito o fracaso, dependiendo de la identificación, consideración y administración de los costos que se causen durante la ejecución de los procesos logísticos.



Un inventario mal administrado puede generar sobrecostos por demoras e incumplimientos, por reposiciones o garantías, por transporte o almacenamiento y puede afectar la disponibilidad de efectivo por efectos del sobreinventario o por mala programación de los tiempos de entrega de los proveedores, entre otras razones. Dependiendo del peso del inventario en la generación de ingresos de la empresa el impacto de una mala administración va a ser en mayor o menor escala.

Para el desarrollo del presente proyecto se pretende trabajar sobre un modelo de gestión del inventario el cual inicialmente deberá manejar los principales conceptos de la teoría de inventarios presentados en (Vidal Holguin, 2008):

- MRP (Planeación de requerimiento de materiales).
- Clasificación ABC.
- Tiempos de reposición del proveedor (Lead Time).
- EOQ (Tamaño óptimo de pedido).
- CTR (Costo Total Relevante)
- Rotación de Inventario.
- SKU (Items individuales de inventario).
- Inventario de seguridad, promedio y cíclico.
- Costos asociados al inventario.
- Inventario obsoleto y agotado.
- Demanda determinística y dependiente.

Por otra parte, como se puede consultar en (Buenaventura Vera, 2017), el análisis financiero de proyectos de inversión se puede equiparar a un proyecto productivo o de construcción pues presenta los mismos elementos y pueden ser evaluados económicamente.

“Una empresa exitosa debe ser líquida y rentable a la vez” (García Serna, 2009), según menciona en su libro de administración financiera, se deben perseguir los dos objetivos, aunque a veces sean contrarios, a veces para ser rentables hay que sacrificar la liquidez y a veces para ser líquidos hay que sacrificar la rentabilidad, este autor lo pone en perspectiva en su libro. Al parecer la gerencia de la empresa apuesta por la primera opción, puesto que con el afán de ser rentables se sacrifica la liquidez comprando una gran porción del inventario al inicio de cada proyecto o con demasiada anticipación, más, sin embargo, por medio de la realización de este trabajo se busca encontrar un modelo que equilibre estos dos fundamentos financieros durante la ejecución de un proyecto.

Para tal fin se deben conocer los siguientes conceptos:

- Valor presente Neto (VPN)
- Costo y tasa de oportunidad ( $i^*$ )
- Capital de trabajo y Flujo de fondos
- Margen operativo
- Flujo de caja neto operativo
- Rentabilidad de los activos
- Rentabilidad del inventario
- Ciclo de caja

Se requiere para realizar el análisis de la información y la construcción del modelo, conocer conceptos del área de pensamiento sistémico (Senge, 1991) como son:

- Diagrama causal
- Diagrama de Forrester
- Modelo mental
- Arquetipos

Se tiene en cuenta para este estudio el arquetipo “Limites del crecimiento” dice (Senge, P. M., Kleiner, A., Roberts, C., Ross, R., & Smith, 2006) que este arquetipo ayuda a ver cómo varía con el tiempo el equilibrio entre un ciclo reforzador virtuoso y un ciclo compensador, mostrándonos que a veces, cuanto más nos empeñamos en superar las restricciones, más agravamos sus efectos. Lo cual puede explicar el fenómeno negativo presentado en la empresa en su liquidez mientras se encuentra en un estado de crecimiento constante.

Desde el concepto del pensamiento “Lean”, el mapeo de la cadena de valor o VSM (Keyte & Locher, 2007) y finalmente el mapeo de procesos o diagramas de flujo junto con los análisis de Pareto (Juran & Godfrey, 1998), todas estas herramientas de uso común en el campo de la ingeniería industrial.

Es importante para el cumplimiento del objetivo del proyecto conocer investigaciones o aplicaciones que se hayan realizado en el sector de la construcción, en Colombia y en otras partes del planeta, con relación al mejoramiento de modelos de gestión y control de inventarios o alguno de sus componentes como en (Fonseca, 2011) donde se introducen conceptos de gestión logística al contexto de la construcción en Colombia, que según este estudio nuestro país se encuentra relegado frente a los demás, (Medina Pacheco & Corona Suarez, 2013) tienen un trabajo presentado en México, en el que se propone el uso de la tecnología Building Information Modeling (BIM por sus siglas en inglés: Modelado de la información para la construcción de edificios), o en (Solís Carcaño, Zaragoza

Grifé, & Fajardo, 2009) también de México, donde se especifican todos los procesos implicados en la gestión de materiales para lograr un mayor control y mejorar la eficiencia. Cabe resaltar que en todos los artículos se resalta que, sin una adecuada planeación inicial de los materiales a requerir en el desarrollo del proyecto, los resultados de la gestión del inventario son altamente deficientes.

El manejo del inventario está íntimamente asociado con el flujo de efectivo a nivel de cada proyecto, esta relación representa la brújula de éxito para la empresa, y le puede permitir a la dirección tomar decisiones acertadas a futuro y arreglar ineficiencias anteriormente detectadas, cada vez que se inicia un nuevo proyecto o durante su ejecución. Un modelo de inventarios adecuado al modelo de gestión de la empresa debe facilitar el equilibrio entre el flujo de caja y la rentabilidad y de esta manera, aportar al incremento del valor de la empresa que es el objetivo básico financiero (García Serna, 2009) que debe perseguir todo empresario.

## 4 CAPÍTULO IV. Metodología

### 4.1 Gestión del Proyecto de Investigación

Para la ejecución del presente trabajo se elabora un plan del proyecto en el cual se determinan las actividades a realizar para el cumplimiento de cada objetivo específico, para cada actividad se define su fecha de inicio, duración en días, recursos requeridos para realizarla y las técnicas o teorías que se utilizarán para recolectar y analizar la información. Lo anterior se consolida en la siguiente tabla.

Tabla 2. Plan del proyecto

Plan del proyecto		Fecha de Inicio	Duración (Días)	Recursos	Métodos
<b>Objetivo Específico 1</b>	Establecer los aspectos principales del modelo de gestión del inventario actual que son susceptibles de mejora e investigar las mejores prácticas que se pueden implementar.	08/05/2018	63		
Actividad 1.a	Determinar los aspectos de un sistema de gestión del inventario relevantes para la operación de la empresa.	08/05/2018	14	Investigador, Director, Gastos de transporte e Internet, equipo de computo con navegador y procesador de palabras.	- Recolección de datos desde literatura disponible y Bases de Datos
Actividad 1.b	Investigar las mejores prácticas utilizadas preferiblemente en el sector construcción para los aspectos del modelo determinados.	22/05/2018	28	Investigador, Director, Gastos de transporte e Internet, equipo de computo con navegador y procesador de palabras	- Recolección de datos desde literatura disponible y Bases de datos
Actividad 1.c	Levantar información actual de la empresa respecto al manejo de cada aspecto determinado.	19/06/2018	21	Investigador, personal operativo del área logística, papelería, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo, Documentación e información de la empresa.	- Recolección de datos desde los registros y documentos en la fuente. - Indagación con operativos del proceso de inventarios - Observación
<b>Objetivo Específico 2</b>	Caracterizar y definir la política de un nuevo modelo de gestión del inventario para la empresa PEC S.A.S.	10/07/2018	20		
Actividad 2.a	Determinar cuales prácticas serán propuestas para procurar la mejora de los aspectos identificados	10/07/2018	7	Investigador, Director, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo	- Análisis de información - Aplicación del pensamiento sistémico
Actividad 2.b	Comparar la propuesta con el sistema ejecutado actualmente por la empresa	17/07/2018	7	Investigador, Equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo	- Aplicación de la teoría de desición. - Análisis comparativo
Actividad 2.c	Definir los aspectos establecidos para el nuevo modelo de gestión del inventario.	24/07/2018	6	Investigador, Director, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo	- Análisis de información - Aplicación de teoría de inventarios
<b>Objetivo Específico 3</b>	Validar por medio de una simulación financiera, en términos de flujo de caja neto con el VPN, la mejora estimada por la implementación de un sistema de gestión del inventario acorde a la operación de la empresa.	30/07/2018	50		
Actividad 3.a	Establecer las pautas y escoger los proyectos ejecutados para los que se realizará la simulación financiera del modelo propuesto	30/07/2018	3	Investigador, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo, documentación e información de la empresa.	- Revisión de registros y documentos en la fuente.
Actividad 3.b	Determinar y cuantificar los criterios de tipo financiero y logísticos que se tendrán en cuenta para realizar la simulación.	02/08/2018	7	Investigador, Director, equipo de computo con navegador, procesador de palabras y hoja de cálculo, documentación e información de la empresa.	- Recolección de datos desde literatura disponible y Bases de Datos - Recolección de datos desde registros y documentos en la fuente - Análisis de pareto - Aplicación de teoría de Inventarios - Parametrización financiera

Tabla 3. Plan del proyecto (Continuación)

	<b>Plan del proyecto</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Duración (Días)</b>	<b>Recursos</b>	<b>Métodos</b>
Actividad 3.c	Realizar la simulación financiera del modelo propuesto	09/08/2018	11	Investigador, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo	- Aplicación de matemática Financiera
Actividad 3.d	Comparar los resultados obtenidos en la simulación con la ejecución real de la gestión de inventarios de los proyectos escogidos.	20/08/2018	7	Investigador, Director, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo, documentación e información de la empresa.	- Analisis de información - Recolección de datos desde registros y documentos en la fuente - Evaluación de proyectos de inversión.
Actividad 3.e	Consolidar los resultados de la comparación entre la simulación y la realidad financiera para la ejecución de los proyectos estudiados.	27/08/2018	7	Investigador, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo	- Analisis de información - Evaluación de proyectos de inversión.
Actividad 3.f	Elaborar el informe comparativo con relación al comportamiento de la liquidez.	03/09/2018	7	Investigador, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo	- Analisis de información - Evaluación de proyectos de inversión.
Actividad 3.g	Validar con el personal que participa en el proceso de gestión y control de inventarios de la empresa la viabilidad y compatibilidad operativa de las prácticas propuestas.	10/09/2018	8	Investigador, Sala de reuniones, video beam, personal operativo del área logística y de ingeniería.	- Sesión de grupo.
<b>Objetivo Específico 4</b>	<b>Presentar una simulación con técnicas del área de conocimiento del pensamiento sistémico para el modelo de gestión de inventarios propuesto con su respectiva validación de indicadores de tipo financiero para el costo, la liquidez y la rentabilidad del inventario.</b>	<b>18/09/2018</b>	<b>35</b>		
Actividad 4.a	Elaborar el modelo del sistema real actual y del sistema mejorado propuesto de gestión del inventario en Vensim	18/09/2018	14	Investigador, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo, software de dinámica de sistemas.	- Investigación documental - Elaboración de diagrama causal - Elaboración del modelo funcional del sistema.
Actividad 4.b	Determinar indicadores requeridos para medir el desempeño del nuevo modelo e incluirlos en la simulación	02/10/2018	7	Investigador, Director, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo	- Recolección de datos desde literatura disponible y Bases de Datos - Aplicación de teoría de inventarios - Evaluación de proyectos de inversión.
Actividad 4.c	Presentar informe de resultados de la simulación.	09/10/2018	14	Investigador, Director, equipo de computo con procesador de palabras y hoja de cálculo	- Aplicación de metodología y presentación de trabajos escritos - Aplicación de Cartilla guía.
<b>Objetivo Final</b>	<b>Presentar un nuevo modelo de gestión del inventario para la empresa PEC S.A.S. que mejore el flujo de efectivo y la rentabilidad del inventario y que funcione integrado al modelo de gestión operativa de la empresa.</b>	<b>23/10/2018</b>	<b>6</b>		
Actividad F.a	Elaboración documento y Entrega final	23/10/2018	6	Investigador, Director, gastos de transporte, internet y equipo de computo.	- Presentación del documento final

## 5 CAPÍTULO V. Resultados

### 5.1 Análisis de resultados

#### 5.1.1 Diagnóstico del modelo de gestión del inventario existente

Utilizando como marco de referencia el estudio realizado por (Solís Carcaño et al., 2009) donde se define el proceso de gestión de materiales en el sector construcción, se identifican los siguientes fases:

- La planeación
- La negociación
- El pedido
- La recepción
- El almacenamiento
- El uso (consumo)
- El resurtido (reposición o reabastecimiento)
- El pago
- El control

Cada ítem se revisa desde la situación actual de la empresa identificando elementos o factores clave que servirán para definir el modelo propuesto.

#### **La planeación**

La empresa PEC S.A.S. realiza presupuesto de materiales para las obras desde el momento de la licitación según los diseños presentados por el cliente, cuando la licitación es asignada exitosamente a PEC S.A.S., la empresa realiza una optimización del diseño el cual luego monta en el sistema de gestión de recursos de obra, en adelante SGRO, antes de iniciar la operación, en este se definen las cantidades totales de materiales por y mano de obra por APU (Análisis de precios unitarios) a utilizar con el fin de controlar el aprovisionamiento y controlar el costo final de la obra, los desperdicios y mermas de material se consideran empíricamente sobre el precio del material.

Sin embargo, PEC S.A.S. no determina o detalla los consumos sobre una línea de tiempo, no hace uso para temas de aprovisionamiento de los cronogramas de las obras que maneja el cliente, sin embargo, según la experiencia del personal de ingeniería en obras se determina la antelación del pedido de algunos materiales representativos, en especial los de manufactura.

Factor clave: Determinación de la demanda, horizonte de planeación, tasa de la demanda, periodo de primer traslado frecuencia de despacho a obra y MRP de obra.

### **La negociación**

Para este proceso PEC S.A.S. por medio de su departamento de compras en conjunto con la gerencia cotizan y negocian con proveedores los precios de compra del material, generalmente se negocia una única compra correspondiente a la obra y en algunos casos si hay obras simultáneas se unifican con el fin de conseguir descuentos por volumen. Normalmente se consiguen tres cotizaciones y se escoge la más económica, con algunos proveedores de crédito también se negocian descuentos financieros por pronto pago que no afectan el costo de compra del material. Es importante agregar que el IVA de los materiales en el sector construcción no es descontable, por lo tanto, este impuesto suma como mayor valor del costo.

Factor Clave: Escala de precio por volumen (v), frecuencia de entregas y tiempo de entrega (L) del proveedor.

### **El pedido**

El pedido es determinado por la negociación con el proveedor y la planeación empírica del ingeniero de obras, el cual coloca la requisición (RQ) en el SGRO calculando mentalmente con anterioridad su consumo, momento en el cual el área de compras procede a realizar la orden de compra (OC). Para los materiales que, por aspectos relacionados con el precio, posibilidad de variación del precio por efectos inflacionarios o de la devaluación ó negociaciones especiales por volumen se realiza normalmente una sola RQ para la cual el ingeniero de obra debe calcular mentalmente con antelación el inicio de su consumo en la obra, teniendo en cuenta los tiempos de entrega del proveedor.

Factor Clave: Requisiciones para abastecimiento en obra, Oportunidad del pedido, cantidades de material a pedir (Q) y costo de realizar un pedido (A).

### **La recepción**

PEC S.A.S. cuenta con una bodega central en la sede de la empresa, en este lugar se recibe la gran mayoría del material comprado, el proceso de recepción se realiza comparando el material recibido físicamente con la remisión o factura entregada por el proveedor, cuando hay alguna inconsistencia se consulta con el área de compras la devolución del material. El requisito principal que debe cumplir el proveedor es

entregar con copia de la OC, en caso de no contar con esta el almacén debe verificar con compras la OC correspondiente para proceder a aceptar el material.

Cuando todo está verificado se procede a realizar en el SGRO la entrada al inventario, el cual ingresa con el costo estipulado en la OC.

Factor Clave: Cantidad Ingresada (Entrada), parte del costo de manejar el inventario (r).

### **El almacenamiento**

La empresa cuenta con espacio suficiente para el almacenamiento de volúmenes importantes de materiales, sin embargo, con el crecimiento de la operación y la carencia de un orden preestablecido, los sistemas de almacenamiento se han vuelto insuficientes e inadecuados, no existe estructura de ubicaciones o estudio de flujos dentro de la bodega para el alistamiento, además en la bodega también se almacena material obsoleto o defectuoso que se ha ido acumulando con el tiempo y resta disponibilidad de espacio y posibilidad de orden.

Actualmente operan dos personas un supervisor y un auxiliar que realizan en conjunto todas las labores de la bodega y principalmente se manejan los siguientes tipos de almacenamiento, Arrume de cajas, arrume de carretes de cable, restringido para el material de alto costo como los materiales intensivos en cobre en estantería semi-pesada y arrume y sin restricción en estantería pesada y estantería semi-pesada.

Factor Clave: Costos de manejar el inventario (r)

### **El uso**

Este proceso se denomina en la empresa "Consumo", los coordinadores de obra ejecutan la salida de inventario en el SGRO y la entregan en el almacén, con este documento que presenta las cantidades por SKU a despachar a las obras, el almacén realiza el alistamiento, actualmente la frecuencia de estas salidas es de cada dos semanas para cada obra.

Debido a que la empresa maneja la mayor parte del inventario por la bodega principal se requiere incluir la actividad de transporte para la cual se cuenta con dos vehículos para transporte de materiales y un conductor, con el documento de salida debe tener dos copias adicionales para el transportador y para el residente de obra quienes deben firmar el documento original como respaldo de entrega conforme.



Cuando los materiales son entregados en sitio por parte del proveedor, la bodega y el coordinador de obra deben enterarse para que ejecuten de manera inmediata la entrada y la salida, el encargado de obra debe hacer llegar a la sede el documento con el que recibió la mercancía y estos tres documentos deben coincidir.

Ya en la obra el material se consume según el avance de obra, pero queda totalmente fuera de cualquier tipo de control puesto que ya se ha realizado la salida del SGRO.

Factor clave: Parte de los costos de almacenar ( $r$ ) y consumos de inventario (Salidas).

### **El resurtido**

La empresa normalmente realiza una sola compra por cada SKU, con el fin de alcanzar economías de escala en los precios de compra, debido a que no hay restricciones de espacio en la bodega principal y el interés de reducir casi a cero el riesgo de tener agotados en la obra. Las constructoras clientes entregan anticipos considerables, entre el 30% y el 45%, estos siempre se aprovechan para comprar los artículos más sensibles al aumento del dólar, devaluación del peso, o a la inflación y luego los materiales más costosos para evitar aumentos inesperados del precio.

Factor Clave: Intervalo de revisión ( $R$ ), Valor del anticipo, Inventario de seguridad ( $s$ ).

### **El pago**

Los proveedores de material de alto costo en su mayoría han otorgado créditos entre 30 y 45 días para el pago de las facturas, sin embargo, una de las principales políticas de la empresa es que si hay liquidez se deben aprovechar todos los descuentos financieros por pronto pago, que se encuentran entre el 2% y el 4%, por lo que estas facturas generalmente se pagan entre 8 y 15 días después de la entrega del material en la sede de la empresa. Algunos materiales representativos como las plantas que son importadas o los tableros a los cuales se contrata su fabricación requieren pagos de contado o con anticipos hasta del 50% generalmente.

Factor Clave: Política de pago al proveedor, descuentos financieros, rentabilidad del anticipo o interés, efectivo disponible para compra de materiales, demora en el pago del cliente y facturación esperada.

## **El control**

Existe un departamento de control presupuestal, el cual dentro de sus funciones se encuentra el monitorear y comparar de manera permanente la ejecución de cada obra y sus correspondientes costos acumulados contra el presupuesto de obra. La empresa a la fecha no ha logrado llegar al detalle necesario para tomar decisiones confiables y oportunas, sin embargo, si se ha logrado un mayor control en el consumo justificado del material en las obras, utilizando como camisa de fuerza el presupuesto registrado en el SGRO. Cuando las cantidades utilizadas no corresponden al presupuesto registrado, el área de control presupuestal exige la justificación a los cambios en el consumo, los cuales frecuentemente, corresponden a errores o actualizaciones de última hora en los diseños de la obra, otras causales se deben al pobre o inexistente control del material cuando ya se encuentra disponible en la obra.

Factor clave: mermas de inventario, imprevistos, método de control.

También es importante tener en cuenta, para la definición de cualquier modelo de inventarios como lo presenta (Silver, 2008) la respuesta a tres preguntas básicas:

1. ¿Cuál debe ser la frecuencia de revisión del inventario?
2. ¿Cuándo se debe colocar una orden de reabastecimiento?
3. ¿Cuál debe ser el tamaño de esta orden?

En la actualidad PEC S.A.S. no ha pensado en la respuesta a estas preguntas, no aplica ninguna metodología para el manejo del inventario. Sigue de manera rigurosa la estructura planteada por su SGRO, el cual se ha venido potencializando o aprovechando de mejor manera en los últimos meses gracias a la disposición de la gerencia al involucramiento de más personas competentes en su administración, sin embargo, el SGRO es un programa que está desarrollado alrededor del control presupuestal y no tiene en cuenta la planeación ni la optimización del recurso, a nivel de la relación entre los costos asociados al inventario y el comportamiento de la demanda.

### **5.1.2 Caracterización de un nuevo modelo**

PEC S.A.S. tiene los objetivos claros, le interesa minimizar los costos con la intención de aumentar la rentabilidad de las obras, normalmente aprovechando inicialmente descuentos comerciales por la compra por volumen de mercancía y después con los descuentos financieros ofrecidos por los proveedores por pago anticipado de las facturas. Además, se persigue el máximo nivel de servicio, puesto que un faltante de material puede parar una obra, lo cual puede generar sobrecostos

no presupuestados y terminar con el cobro de pólizas por incumplimiento y repercusiones de tipo legal y comercial.

Sin embargo, al caracterizar un modelo de inventario lo primero que se debe identificar es el tipo de demanda que presentan los materiales, determinística o probabilística, dependiente o independiente. El objeto social de PEC S.A.S. corresponde a realizar instalaciones eléctricas para proyectos de construcción urbanísticos, la identificación y la necesidad de cada material de obra, que se determina desde el momento de la licitación, depende de los diseños de cada proyecto, lo anterior, implica que desde el momento de la asignación del proyecto se cuenta con las cantidades y especificaciones de cada material a ser utilizado, por lo tanto la demanda se puede definir como determinística y dependiente y puede quedar plasmada en detalle en un presupuesto y colocada sobre un cronograma para conocer los tiempos de consumo.

En todo modelo de inventario es importante definir sobre qué ítems (SKU), es importante hacer un control más detallado, según (Vidal Holguin, 2008) en su definición de inventarios de seguridad y puntos de reorden dicta:

*“La clave consiste en liberar capital invertido en inventarios de seguridad de ítems con baja variabilidad y distribuirlo en inventarios de seguridad de ítems con alta variabilidad.”*

Lo cual da relevancia a realizar una clasificación ABC del Inventario para “establecer prioridades de administración y diferenciar los sistemas de control de ítems en cada categoría” (Vidal Holguin, 2008). En PEC S.A.S. no existe esta clasificación a ningún nivel y se tiende a dar la misma importancia a un tornillo que a un tramo de cable, en la realidad, un tornillo puede parar una obra, pero este se puede conseguir en cualquier ferretería haciendo uso de la caja menor, mientras que un tramo de cable puede tener un impacto muy grande en el costo si se compra a un distribuidor y podría no ser de fácil consecución o tener un tiempo de generación de pago al proveedor o despacho poco eficiente para la continuidad de la obra. Se aplica entonces una clasificación ABC según el costo presupuestado de los materiales por cada obra, con el fin de aplicar el modelo a los materiales que representen el 90% del costo de materiales de la obra, para los materiales tipo B y C se puede seguir aplicando el modelo actual y se deja para estudios futuros la determinación de su comportamiento para aplicar modelos más adecuados.

Haciendo uso de los factores clave identificados en el diagnóstico inicial se determina la caracterización para el nuevo modelo y se compara con el modelo actual como queda especificado en la siguiente tabla.

Tabla 4. Descripción de factores claves del modelo propuesto de gestión de inventario frente al modelo actual

Fases del proceso	Factor clave	Modelo real actual	Modelo mejorado propuesto
La planeación	Determinación de la demanda	Demanda fija, comunmente una sola compra para el proyecto	Demanda determinística dependiente según frecuencia de pedidos, parte desde un MRP de Obra
	MRP de Obra	Se pide según la necesidad anticipada de la obra	Se debe elaborar desde el momento de la asignación de la obra y debe tenerse en cuenta la frecuencia de despacho a obra.
	Periodo de primer traslado	Se realiza según necesidad anticipada de obra	Se puede planear desde la elaboración del MRP
	Horizonte de planeación	Desde la primera compra hasta que se agota el inventario, No se tiene identificado	Desde la primera compra hasta que se agota el inventario
	Frecuencia de despacho a obra	Se realiza según necesidad anticipada de obra	Se maneja según la programación del transporte de materiales
	Tasa de la demanda	100%	Demanda esperada acumulada / Horizonte de planeación
La negociación	Escala de precio por volumen o costo de compra por unidad (v)	Resultante de cotización a tres proveedores y posterior negociación del área de compras, con algunos proveedores se tiende a aprovechar la compra por volumen preferiblemente para varios proyectos simultaneamente.	Mismo método, se plantea seguir aprovechando cualquier descuento negociable y alcanzable, la consolidación con otras obras se vuelve mas relevante para lograr volumen.
	Tiempo de entrega del proveedor (L)	Varian para cada SKU y Proveedor	Varian para cada SKU y Proveedor
	Frecuencia de entregas del proveedor	Depende de la negociación con el proveedor	Esta se puede negociar para aprovechar economías de escala pero con entregas parciales, preferiblemente en obra.
El pedido	Requisiciones para abastecimiento en obra	La realiza el coordinador de obra según proyecte de manera anticipada cuando requerirá el material en obra, los materiales de alto costo se piden al principio y la gerencia determina cuando se procede a su compra.	Se plantea colocar una sola requisición al inicio de la obra por el total de materiales presupuestados entregada a compras junto con el cronograma de utilización
	Oportunidad del pedido	La define la gerencia y el coordinador de obra.	El cronograma de utilización define los tiempos en que se requiere el material en la obra.
	Cantidad a pedir (Q)	La define la gerencia y el coordinador de obra.	Se calculara la cantidad economica de pedido (EOQ) con base en las variables de Costo de pedir, Costo de manejar el inventario y la tasa de demanda del SKU, calculadas para el modelo de inventarios
	Costo de pedir (A)	No se encuentra calculado	Se calcula a partir del costo del área de compras y el promedio de Ordenes que se emiten en un periodo equivalente.

Tabla 5. Descripción de factores claves del modelo propuesto de gestión de inventario frente al modelo actual (Continuación)

Fases del proceso	Factor clave	Modelo real actual	Modelo mejorado propuesto
La recepción	Cantidad que ingresa (Entrada)	Según Orden de compra y cumplimiento en la entrega por parte del proveedor se realiza ingreso a la bodega de la obra en ejecución.	Se propone ingresar el material a la bodega principal, donde el material queda disponible para todas las obras en ejecución.
	Costo de manejar el inventario ( r )	No se encuentra calculado	Se calcula a partir de la suma de los costos del personal, de la bodega, el conductor, los vehículos, la infraestructura de operación y el área ocupada por la bodega consolidados semanalmente dividido por el Inventario promedio semanal en pesos.
El almacenamiento			
El uso	Consumos de inventario (Salidas)	Se realizan cuando el coordinador de obra necesita el material, según el consumo estimado para las próximas dos semanas de obra. Se realiza en la sede y determina el material despachado a la obra.	Teniendo el material en la bodega principal en lugar de hacer una salida el coordinador de obra tendrá que ejecutar un traslado a la obra donde se consumirá el material. La salida se realizará por inventario en lote realizado en sitio por el encargado de obra previo al nuevo despacho de material programado.
El resurtido	Intervalo de revisión ( R )	No está especificado, se ordena la compra según determinación de la gerencia o solicitud a esta por parte del coordinador de obra	Se estipula según la política de revisión periódica que se defina para el inventario
	Inventario de seguridad (s)	Máximo, se compra con mucha anterioridad la totalidad del material requerido	Se calcula con la demanda esperada promedio o tasa de demanda por número de periodos de esa demanda que se quiere mantener en el inventario para evitar agotados, también determina si al llegar el periodo de revisión se realiza pedido o no.
	Valor del anticipo	Lo estipula el cliente, se reserva principalmente para lograr negociaciones favorables en la compra de materiales.	Lo estipula el cliente, con el modelo se puede calcular con anterioridad su utilización y la adición necesaria para completar la obra específicamente sobre los materiales
El pago	Política de pago al proveedor	Cambia de acuerdo al proveedor, con los proveedores con crédito se aprovechan los descuentos por pronto pago.	Para el presente modelo se especificará tiempo de pago de 2 semanas en promedio.
	Descuentos financieros	Si hay liquidez se aprovechan, actualmente no hacen parte del costo promedio de los materiales, se llevan de manera contable.	Todos los descuentos financieros se aprovechan pero no se consideran en el modelo puesto que no están afectando el costo promedio de los materiales.
	Efectivo disponible para compra de materiales	Saldo cuenta corriente mas ocasionales préstamos para capital de trabajo	Para este factor se suma el anticipo, los intereses generados por este en la fiducia y una adición, si se requiere, de efectivo proveniente de la facturación operativa.
	Demora en el pago del cliente	Hoy en día es 4 semanas, mas para el modelo se utilizarán los pagos reales asignados por proporción a los SKUs seleccionados.	Se deben considerar en el modelo funcional para utilizarlo en proyecciones a futuro, para el modelo estudiado se dejarán los pagos reales.

Tabla 6. Descripción de factores claves del modelo propuesto de gestión de inventario frente al modelo actual (Continuación)

Fases del proceso	Factor clave	Modelo real actual	Modelo mejorado propuesto
El pago	Facturación Esperada	Proveniente de las actas de avance de las obras, al pago generado por esta factura se le descuenta la proporción del anticipo.	Se sigue manejando igual
	Rentabilidad del anticipo o Interés	El anticipo queda en la cuenta corriente de la empresa mientras es consumido.	Se recomienda invertir el anticipo en una cuenta fiduciaria a la vista, en un portafolio moderado, donde se manejan tasas de interés similares al DTF, tasa con la cual se evalúa el modelo.
El control	Mermas de inventario	Se pueden presentar en obra por ineficiencias en la instalación, averías causadas por otros contratistas o defectos no reconocidos o no tramitados con el proveedor. No se encuentra medido, sin embargo en la licitación se incluyen porcentajes adicionales en los precios que pretenden cubrir estos costos ocultos.	Se debe estipular un porcentaje de mermas, puesto que el MRP es preciso según la necesidad de la obra, por lo que este debe quedar afectado en exceso por este porcentaje y así evitar compras adicionales o incumplimientos al cliente antes de finalizar la obra. Por fines prácticos no se incluyó en el modelo.
	Imprevistos	Cuando se presentan pérdidas de material o se presentan cambios o daños en la obra que no son reconocidos por el cliente. Hay un porcentaje en el AIU reservado para estos casos, se encuentra entre el 4% y el 6%.	Debido a que este porcentaje se maneja por fuera del costo directo del proyecto, no será tenido en cuenta en el modelo propuesto.
	Método de control	No se compra material que no esté incluido en el presupuesto y para incluirlo debe estar justificado por el coordinador de obra.	Además del control aplicado actualmente, se propone realizar varios controles adicionales, como el control del costo del material frente al presupuesto, el control permanente a las diferencias del inventario por medio de conteos cíclicos y por lote, incluyendo el material disponible en la obra y el control o auditoría permanente al proceso de abastecimiento.

### 5.1.2.1 Nueva política del inventario

La política de inventario que se aplicará a PEC S.A.S. se puede determinar respondiendo las tres preguntas básicas que definen un modelo de gestión del inventario:

1. ¿Cuál debe ser la frecuencia de revisión del inventario?

En (Vidal Holguin, 2008) se identifican dos formas de realizar la revisión de inventarios, de manera periódica y de manera continua. La revisión continua requiere de un sistema de monitoreo y alarmas que informen cuando un material llega a un punto de reorden preestablecido, PEC S.A.S. no cuenta con los recursos necesarios, humanos o de sistemas de información, para realizar una revisión

continua del inventario, esta puede resultar muy costosa al generar una orden de compra por cada necesidad, además que requiere mucha dedicación del área de compras para vigilar el comportamiento del mismo SKUs por cada obra de manera independiente.

Por lo tanto, el sistema de revisión periódica es el ideal, teniendo en cuenta que la empresa tiene como política consolidar las compras en busca de descuentos, además se realizan menos compras y se pueden programar con el mismo ritmo que se despacha material a las obras, el cual es cada 2 semanas. Lo anterior indica que la empresa requiere implementar el sistema de revisión periódica tipo (R, s, S). El valor máximo S corresponderá a  $s + Q$ , debido a que la demanda es variable en el tiempo, aunque predefinida, el valor del pedido óptimo Q y del punto de reorden s puede cambiar para cada pedido o punto de revisión cada R unidades de tiempo., lo que implica un cuidado especial para el personal que efectúe la revisión.

## 2. ¿Cuándo se debe colocar una orden de reabastecimiento?

Este tiempo o intervalo de tiempo depende directamente del sistema de revisión establecido, puesto que dependerá de si el nivel del inventario se encuentra por debajo de s o no, cada vez que el inventario se encuentre por debajo de s se colocará una orden, si esto sucede entre dos revisiones consecutivas la respuesta es R unidades de tiempo, pero si no se supera este punto de reorden s, el tiempo se alargará hasta la próxima revisión. Por lo tanto, cada pedido se debe realizar cuando se alcance el punto de reorden, con el fin de garantizar un nivel de servicio máximo el punto de reorden s se definirá basado en la tasa de demanda multiplicado por el número de periodos que se especifique cubrir, determinado utilizando la simulación o métodos heurísticos.

## 3. ¿Cuál debe ser el tamaño de esta orden?

Se utilizará el modelo dinámico de lote económico con demanda determinística (Taha, 2005), haciendo uso de un MRP (Plan de requerimiento de materiales) de obra, debido a que los requerimientos de un proyecto quedan definidos desde el mismo momento de la asignación de una licitación, se debe implementar un modelo de planificación de obras que se anticipe para definir el plan de necesidad de materiales durante el ciclo de vida del proyecto. Consolidando varios proyectos se puede elaborar un plan de compras y hacer negociaciones importantes a horizontes de tiempo mayores a 1 año.

### **5.1.3 Validación y simulación financiera del efecto del modelo propuesto**

Para la evaluación se han escogido dos obras que se manejaron de principio a fin en el sistema de información, una de construcción de casas, Proyecto 1, y otra de construcción de apartamentos, Proyecto 2.

La razón para su selección es que son las únicas obras a la fecha que desde la implementación del SGRO se han gestionado de principio a fin. Al ser distintas en naturaleza nos pueden dar un panorama de aplicación más amplio.

El objetivo de la evaluación es determinar el ahorro sobre el VPN en el flujo de caja de los materiales de cada proyecto. Para realizar la evaluación se realizó el siguiente procedimiento en ambos proyectos:

1. Se realiza clasificación ABC para escoger los materiales que por presupuesto inicial representan el 90% del costo de materiales de la obra.
2. Se realiza un cronograma a nivel mensual que muestra las compras y los costos de adquisición de los materiales escogidos.
3. Se realiza otro cronograma a nivel mensual que muestra las salidas de material en cantidades, pero se traen los costos de adquisición del material en el mismo periodo o en el último donde se compró, teniendo en cuenta todas las obras vigentes en cada periodo.
4. Se identifica la tasa del DTF (Depósito a Término Fijo) y el IPC (Índice de precios al consumidor) mensual vencido para el periodo de ejecución de cada proyecto.
5. Se identifica el Anticipo pagado para cada proyecto.
6. Se realiza el VPN mes a mes para las compras consolidadas de cada periodo con tasa de oportunidad al DTF y con tasa de descuento del IPC.
7. Se compara el VPN de los cuatro escenarios, el escenario real ejecutado descontando el IPC, el escenario real ejecutado invirtiendo el anticipo al DTF, el escenario simulando el nuevo modelo sin invertir el anticipo y el escenario simulando el nuevo modelo más la inversión del anticipo al DTF.
8. Se calcula el porcentaje de ahorro frente al costo bruto real generado por el consumo de los materiales.

Para el análisis se tienen en cuenta las siguientes condiciones:

1. Se asume que se cuenta con el anticipo del cliente que corresponde al 45% del valor inicial del contrato, para invertir solo en compra de materiales.



2. En los escenarios donde se invierte el anticipo, se asume que el efectivo sobrante de cada operación de compras mensual queda invertido a la vista a la tasa del DTF de cada mes hasta que se gasta totalmente.
3. Se asume que todas las compras se realizaron en el mismo mes del periodo de consumo del material.
4. Se asume el presente como el mes anterior al de la primera compra y que en este periodo se recibe el anticipo.
5. Para este análisis se utiliza solo el costo de compra como costo del material.
6. Se asume que en todos los escenarios podría ser aplicado el mismo descuento financiero por pronto pago por lo que no se tiene en cuenta en el análisis.
7. Debido a que el análisis se realiza sobre datos reales con precios de compra reales para la empresa durante el periodo de ejecución de las obras no se considera la probabilidad de variación que tienen los precios de varios materiales por los cambios en el precio del cobre o en la TRM del Dólar, en caso de elaborar un escenario a futuro debe considerarse realizar un análisis de sensibilidad para validar los resultados.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 7. Resumen resultados de la validación financiera del modelo

<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Proyecto 1</b>	<b>Proyecto 2</b>
Anticipo pagado por cliente	\$ 378.782.715,00	\$ 507.505.222,00
Costo bruto real por consumo de materiales	\$ 405.887.534,00	\$ 596.158.027,00
Efectivo requerido exedente del anticipo	-\$ 27.104.819,00	-\$ 88.652.805,00
<b>VPN Costo bruto materiales con tasa del IPC</b>	<b>\$ 399.959.667,00</b>	<b>\$ 582.841.219,00</b>
Efectivo requerido exedente del anticipo a VPN	-\$ 21.176.952,00	-\$ 75.335.997,00
<b>VPN inversión del anticipo al DTF sin modelo</b>	<b>\$ 389.584.959,00</b>	<b>\$ 567.687.536,00</b>
Ahorro VPN Costo bruto - VPN Inversión DTF	\$ 10.374.708,00	\$ 15.153.683,00
% de ahorro / Costo bruto real de materiales	2,56%	2,54%
<b>VPN suponiendo nuevo modelo inventarios sin DTF</b>	<b>386.978.818,00</b>	<b>\$ 578.613.460,00</b>
Ahorro VPN Costo bruto - VPN Nuevo Modelo sin DTF	12.980.849,00	\$ 4.227.759,00
% de ahorro / Costo bruto real de materiales	3,20%	0,71%
<b>VPN suponiendo nuevo modelo inventarios con DTF</b>	<b>\$ 371.241.440,00</b>	<b>\$ 557.085.750,00</b>
Ahorro VPN Costo bruto - VPN Nuevo Modelo	\$ 28.718.227,00	\$ 25.755.469,00
<b>% de ahorro / Costo bruto real de materiales</b>	<b>7,08%</b>	<b>4,32%</b>

En la tabla 7 se observa que la simulación realizada de un modelo de inventarios que redistribuya las compras en el horizonte de tiempo del proyecto según la necesidad real determinada por un MRP de obra puede obtener ahorros en el flujo de caja de hasta el 7,08% sobre el costo bruto real de los materiales de los proyectos analizados.

Específicamente, se puede observar que el proyecto 1 presentó un ahorro en el flujo de caja significativo del 7,08% debido a que realmente concentró las compras en la primera mitad del proyecto, el cambio en el concepto de planear las compras según la necesidad en la obra genera un impacto importante tanto en mayor rentabilidad del anticipo invertido como el aprovechamiento de condiciones de mercado en precio, que redujo el costo del material y amortiguó el efecto de la inflación. El ahorro presentado podría pasar directamente a la utilidad del proyecto. En las siguientes figuras se puede observar dicho cambio en la distribución de las compras.

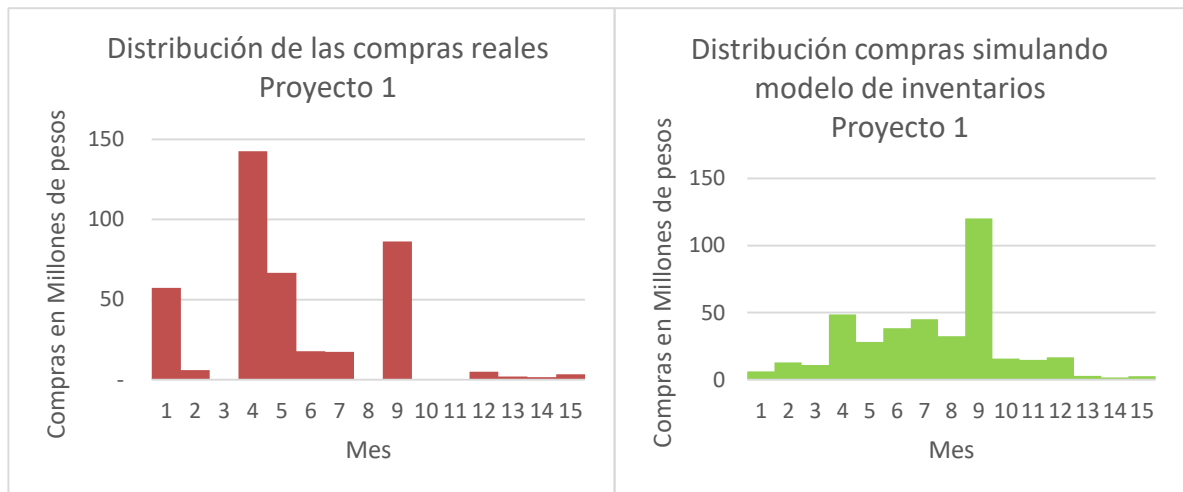


Figura 5. Graficas distribución de las compras para el proyecto 1

De la misma manera el proyecto 2 mostró un ahorro importante del 4,32% sobre el costo bruto de los materiales consumidos. Este ahorro se observa inferior al del proyecto 1, esto se debe a que la distribución de las compras original estuvo mejor manejada y algunos ítems de alto costo realmente fueron adquiridos muy cerca de su periodo de utilización, por esta razón, el impacto de la inversión del anticipo fue mayor que el causado por la redistribución de las compras, la inflación también afectó el valor de algunos materiales. El cambio en la distribución de las compras se puede observar en las gráficas de la figura 6.

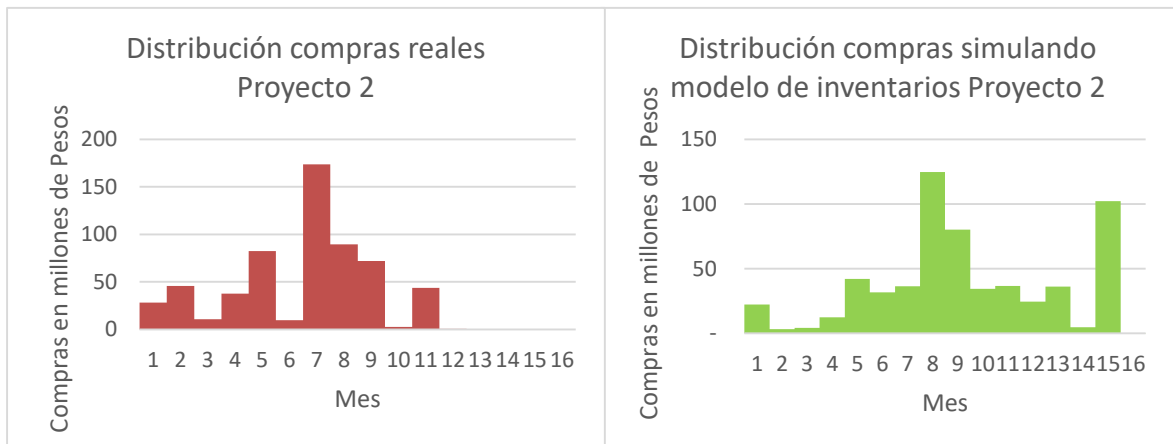


Figura 6. Graficas distribución de las compras para el proyecto 2

Los anteriores resultados fueron presentados en comité primario de la empresa PEC S.A.S. donde estuvieron presentes el gerente, el director de operaciones, la directora de control presupuestal y la jefe de compras, junto con la descripción del modelo propuesto, como conclusiones de dicha reunión se resaltó que aunque las cifras presentadas son muy relevantes e implicarían finalmente una mayor rentabilidad para cada proyecto y reducirían el riesgo a la iliquidez y un posible endeudamiento para capital de trabajo en las obras, la gerencia considera que la empresa requiere un cambio importante en procesos y de mentalidad para poderlo implementar. Los directores y la jefe de compras se mostraron animados a implementar el modelo presentado, lo consideran necesario, puesto que en la actualidad el proceso carece de control, ayudaría a conocer las cifras reales de costos de los proyectos y reduciría de manera significativa la carga laboral de los encargados de administrar las obras, están dispuestos a apoyarlo cuando la gerencia considere que se pueda implementar.

#### 5.1.4 Presentación modelo de gestión del inventario en Vensim PLE.

En el punto anterior se realizó una validación asumiendo que las compras se hacen una semana antes de la necesidad real del material en las mismas cantidades requeridas del material al precio del mercado del material al momento de la compra, esta perspectiva genera solo un aproximado de lo que puede suceder en los egresos del flujo de caja del proyecto si se aplica un método de planeación de la compra más ajustado con el consumo o demanda real.

El modelo que en definitiva se plantea en el presente trabajo toma en consideración muchas más variables, ya expresadas en los factores claves identificados para el proceso de gestión del inventario y está en capacidad de dar una perspectiva más robusta de lo que puede mejorar la situación real actual del consumo de un material frente al consumo de este mismo material, pero aplicando el nuevo modelo.

Para poder hacer la evaluación se realiza la selección del SKU para el cual se aplica el modelo, inicialmente se escoge el proyecto 1, comparando la distribución de compras real entre la figura 5 y la figura 6, este presenta la ejecución de compras más irregular. Luego se realiza el análisis de Pareto que se puede observar en el anexo 13 y se identifica el ítem que pesa más, porcentualmente en costo, frente a los materiales presupuestados para el proyecto. Como resultado aparecen dos SKUs complementarios que se presupuestaron en la misma cantidad y con el mismo precio, la suma del requerimiento de estos dos artículos suma el 9,73% del total de materiales presupuestados y el 6,18% del total del presupuesto, porcentajes que superan juntos el SKU que se encuentra en la primera posición del análisis Pareto, este porcentaje se utiliza entonces para calcular el anticipo para el material y la facturación operativa correspondiente, además se encuentra en el cronograma de consumo, Anexo 4, que presenta la mayor frecuencia de utilización en la obra, en 15 ocasiones se realizaron salidas durante la duración del proyecto. La anterior selección aporta representatividad y permite ejemplificar claramente las diferentes condiciones, variables o factores que se estudian con el modelo.

Los ítems seleccionados fueron:

1. SKU 1: Alambre de Cobre No. 12 Negro
2. SKU 2: Alambre de Cobre No. 12 Blanco

A continuación, está el cuadro con los parámetros constantes utilizados para el comparativo de los escenarios. Como dato importante se aclara, que en el modelo no se define un tiempo de demora en el pago del cliente, para la fecha en que se realizó el proyecto seleccionado el cliente correspondiente realizaba pagos en la misma semana de generación de la factura, por otra parte, debido a la política de aprovechar todos los descuentos financieros el tiempo promedio de pago de las facturas de proveedores se definió para 2 semanas, puesto que los descuentos varían pagando antes de 8 días, hasta 30 días según la negociación con cada proveedor.

Tabla 8. Parámetros constantes en la modelación

<b>Parametros Constates</b>	<b>Escenario Real</b>	<b>Escenario Mejorado</b>
Anticipo (Pesos)	\$ 20.003.455,40	\$ 20.003.455,40
R (Semanas)	N/A	2,00
A (Pesos / Pedido x SKU)	N/A	12.540,32
Demanda total (Unidades)	57.500,00	57.500,00
L (Semanas)	1,00	1,00
s (Semanas)	N/A	2,00
Tiempo Final (Semanas)	60,00	60,00
Periodo previo al primer traslado (Semanas)	14,00	14,00
Frecuencia de despacho a Obra (Semanas)	1,00	1,00
Demora en el pago del cliente (Semanas)	-	-
Politica de Pago a proveedores (Semanas)	2,00	2,00

También se manejaron parámetros variables reales, que cambian con el tiempo, el DTF, el costo de compra por unidad, la facturación, el porcentaje del costo de manejar inventario y el MRP de obra, todos menos el DTF aplican de igual manera en ambos escenarios. El DTF no se aplicó en el escenario real debido a que actualmente en la empresa PEC S.A.S no se invierte el anticipo.

Se puede observar en las tablas 10 y 11 el cálculo del costo de manejar inventario, que es la base para la tasa del costo de manejar inventario  $r$  y el costo de pedir  $A$  realizado para los años 2016, 2017 y 2018. Para el caso de los costos de pedir  $A$  solo se hace el cálculo para el año 2018 y con este se trabajan ambos escenarios, para la tasa del costo de manejar inventario  $r$ , se hace necesario obtener los costos semanales, puesto que según (Vidal Holguin, 2008) “las unidades de tiempo que contienen los parámetros  $r$  y  $D$  deben ser consistentes para la correcta aplicación del a Ec. (4.5)”, la ecuación 4.5 mencionada corresponde al cálculo de la cantidad económica de pedido  $Q$ .

Tabla 9. Parámetros variables en la modelación

Cons	Periodo	DTF (Semanal Vencido)	v (Pesos/unidad)	r (%xSemana)	Facturación (Pesos/semana)	MRP Obra (Unidades/Semana)
0	08/2016	0,14%	\$ 696,00	0,31%	\$ -	-
1	09/2016	0,14%	\$ 696,00	0,35%	\$ -	-
2	09/2016	0,14%	\$ 706,44	0,35%	\$ -	-
3	09/2016	0,14%	\$ 706,44	0,35%	\$ -	-
4	09/2016	0,14%	\$ 706,44	0,35%	\$ -	-
5	10/2016	0,14%	\$ 706,44	0,39%	\$ -	-
6	10/2016	0,14%	\$ 706,44	0,39%	\$ -	-
7	10/2016	0,14%	\$ 706,44	0,39%	\$ -	-
8	10/2016	0,14%	\$ 706,44	0,39%	\$ -	-
9	11/2016	0,14%	\$ 706,44	0,43%	\$ 957.494,74	-
10	11/2016	0,14%	\$ 706,44	0,43%	\$ 444.932,50	-
11	11/2016	0,14%	\$ 706,44	0,43%	\$ -	-
12	11/2016	0,14%	\$ 706,44	0,43%	\$ 697.654,16	-
13	12/2016	0,14%	\$ 672,80	0,46%	\$ 363.064,92	-
14	12/2016	0,14%	\$ 672,80	0,46%	\$ 840.032,56	-
15	12/2016	0,14%	\$ 672,80	0,46%	\$ -	3.000
16	12/2016	0,14%	\$ 672,80	0,46%	\$ -	4.600
17	01/2017	0,14%	\$ 672,80	0,49%	\$ -	-
18	01/2017	0,14%	\$ 672,80	0,49%	\$ 977.181,97	-
19	01/2017	0,14%	\$ 672,80	0,49%	\$ -	3.100
20	01/2017	0,14%	\$ 672,80	0,49%	\$ 836.111,54	4.900
21	02/2017	0,14%	\$ 672,80	0,49%	\$ 1.277.936,63	-
22	02/2017	0,14%	\$ 672,80	0,49%	\$ -	2.300
23	02/2017	0,14%	\$ 672,80	0,49%	\$ 652.427,47	6.700
24	02/2017	0,14%	\$ 672,80	0,49%	\$ -	600
25	03/2017	0,13%	\$ 672,80	0,48%	\$ 1.320.634,00	1.600
26	03/2017	0,13%	\$ 672,80	0,48%	\$ -	6.400
27	03/2017	0,13%	\$ 672,80	0,48%	\$ 1.380.703,30	-
28	03/2017	0,13%	\$ 672,80	0,48%	\$ -	3.200
29	04/2017	0,13%	\$ 672,80	0,49%	\$ 1.529.466,14	-
30	04/2017	0,13%	\$ 672,80	0,49%	\$ -	6.400
31	04/2017	0,13%	\$ 672,80	0,49%	\$ 1.007.417,65	-
32	04/2017	0,13%	\$ 672,80	0,49%	\$ -	-
33	05/2017	0,13%	\$ 672,80	0,54%	\$ 1.142.586,27	6.400
34	05/2017	0,13%	\$ 672,80	0,54%	\$ 1.515.355,37	-
35	05/2017	0,13%	\$ 672,80	0,54%	\$ -	-
36	05/2017	0,13%	\$ 793,73	0,54%	\$ 383.719,81	800
37	06/2017	0,12%	\$ 793,73	0,54%	\$ -	7.000
38	06/2017	0,12%	\$ 793,73	0,54%	\$ 2.577.225,81	-
39	06/2017	0,12%	\$ 793,73	0,54%	\$ -	-
40	06/2017	0,12%	\$ 793,73	0,54%	\$ 139.456,33	-
41	07/2017	0,11%	\$ 836,57	0,47%	\$ -	-
42	07/2017	0,11%	\$ 836,57	0,47%	\$ 383.719,81	-
43	07/2017	0,11%	\$ 836,57	0,47%	\$ -	-
44	07/2017	0,11%	\$ 836,57	0,47%	\$ 774.480,62	-
45	08/2017	0,11%	\$ 836,57	0,24%	\$ 818.406,19	-
46	08/2017	0,11%	\$ 838,57	0,24%	\$ -	-
47	08/2017	0,11%	\$ 891,46	0,24%	\$ 366.767,29	-
48	08/2017	0,11%	\$ 838,95	0,24%	\$ -	-
49	09/2017	0,11%	\$ 931,77	0,21%	\$ 1.013.696,63	-
50	09/2017	0,11%	\$ 931,77	0,21%	\$ -	500
51	09/2017	0,11%	\$ 931,77	0,21%	\$ 149.497,32	-
52	09/2017	0,11%	\$ 931,77	0,21%	\$ -	-
53	10/2017	0,11%	\$ 931,77	0,28%	\$ 476.967,64	-
54	10/2017	0,11%	\$ 931,77	0,28%	\$ 1.753.186,46	-
55	10/2017	0,11%	\$ 931,77	0,28%	\$ -	-
56	10/2017	0,11%	\$ 931,77	0,28%	\$ -	-
57	11/2017	0,11%	\$ 931,77	0,21%	\$ 215.786,90	-
58	11/2017	0,11%	\$ 931,77	0,21%	\$ 281.329,62	-
59	11/2017	0,11%	\$ 931,77	0,21%	\$ 1.812.003,87	-
60	11/2017	0,11%	\$ 931,77	0,21%	\$ -	-

Tabla 10. Cálculo del costo de hacer un pedido

Costo de Pedir	Mes 2018	Mes 2017	Mes 2016
Mano de Obra	4.899.000,00	2.609.705,49	2.454.028,77
Jefe de Abastecimiento	2.343.000,00	2.212.464,59	2.067.723,92
Analista de Compras	2.556.000,00	-	-
Software	111.111,11	106.734,98	100.979,16
Equipos	194.444,44	194.444,44	194.444,44
Otros	100.000,00	96.061,48	90.881,25
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>5.304.555,56</b>	<b>2.609.705,49</b>	<b>2.454.028,77</b>

Ordenes promedio	141
Items promedio por orden	3

Costo de una Orden	37.620,96
Costo de ordenar un item	12.540,32

Tabla 11. Cálculo del costo de manejar inventario

Costo de Almacenar	2018		2017		2016	
	Mes	Semana	Mes	Semana	Mes	Semana
Mano de Obra	5.310.800,00	1.327.700,00	2.556.000,00	639.000,00	1.857.943,93	464.485,98
Jefe Abastecimiento	781.000,00	195.250,00	-	-	-	-
Supervisor Almacen	1.846.000,00	461.500,00	1.420.000,00	355.000,00	1.327.102,80	331.775,70
Auxiliar Almacen	1.263.800,00	315.950,00	-	-	-	-
Conductor	1.420.000,00	355.000,00	1.136.000,00	284.000,00	530.841,12	132.710,28
Espacio	3.888.888,89	972.222,22	2.722.222,22	680.555,56	1.944.444,44	486.111,11
Seguros	291.666,67	72.916,67	-	-	-	-
Vehiculos	3.000.000,00	750.000,00	3.000.000,00	750.000,00	3.000.000,00	750.000,00
Software	111.111,11	27.777,78	106.734,98	26.683,74	100.979,16	25.244,79
Equipos	809.722,22	202.430,56	413.888,89	103.472,22	413.888,89	103.472,22
Otros	350.000,00	87.500,00	336.215,18	84.053,79	318.084,37	79.521,09
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>13.762.188,89</b>	<b>3.440.547,22</b>	<b>9.135.061,27</b>	<b>2.283.765,32</b>	<b>7.635.340,79</b>	<b>1.908.835,20</b>

El siguiente es el Diagrama de Forrester en Vensim PLE del modelo real que aplica en la actualidad, por cuestiones de espacio y facilidad de comprensión se separa la primera parte para la representación del sistema de inventario y la segunda parte para la representación del sistema financiero asociado.

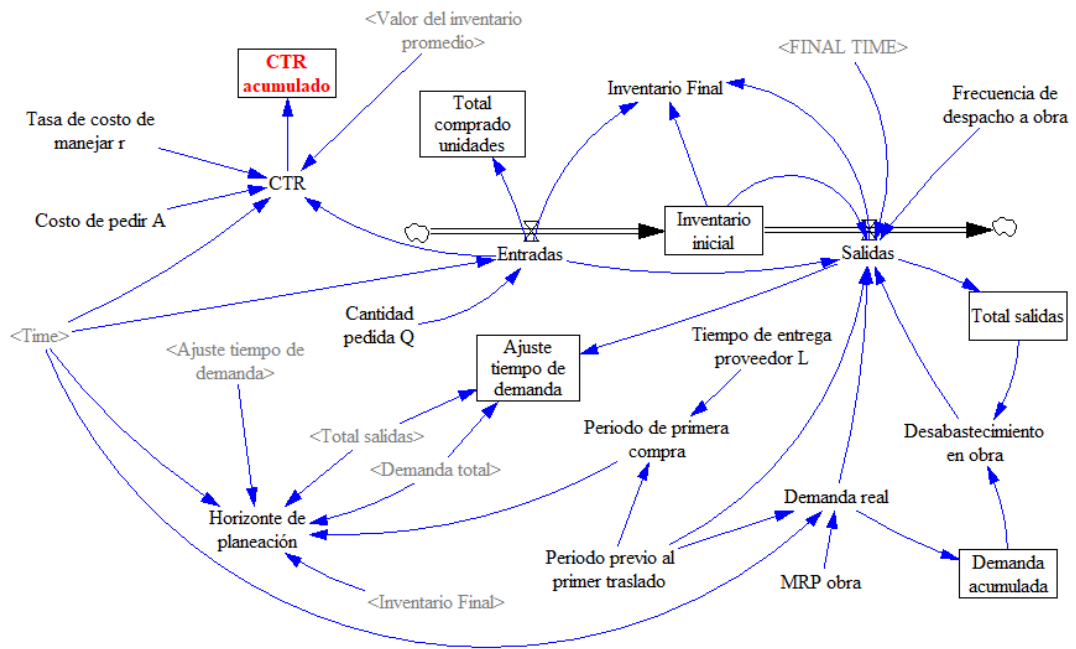


Figura 7. Diagrama Forrester sistema de inventarios modelo real actual  
(Fuente: Elaborado con Vensim PLE)

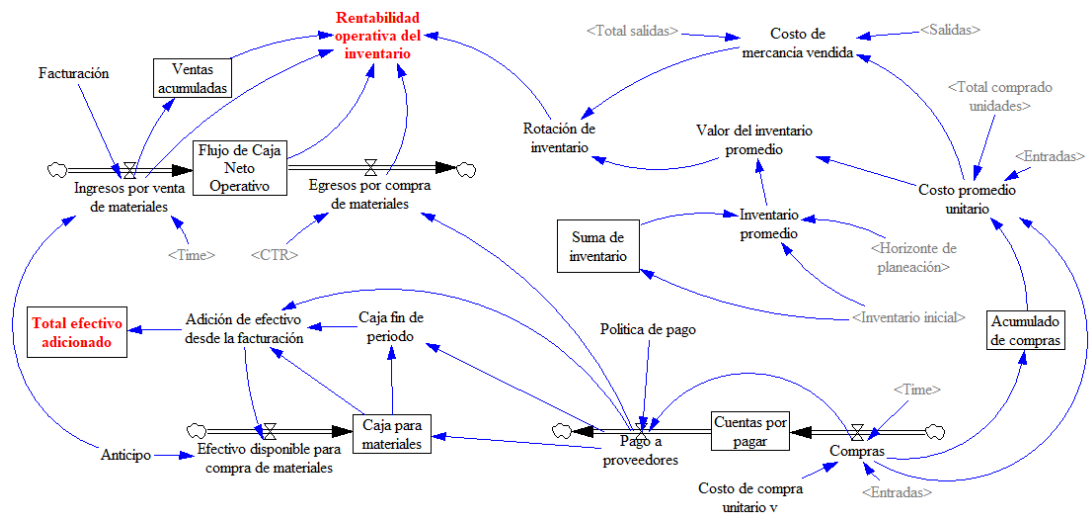


Figura 8. Diagrama Forrester sistema financiero modelo real actual  
(Fuente: Elaborado con Vensim PLE)

Para el diagrama de Forrester del modelo mejorado se realiza una adición al sistema financiero, los intereses generados al invertir el anticipo al efectivo disponible para compra de materiales, en el sistema de inventarios se agregan todos los componentes requeridos para el cálculo de la tasa de demanda  $d$  y el inventario de



seguridad  $s$ , así como los periodos de revisión  $R$  y el tiempo de entrega del proveedor  $L$ .

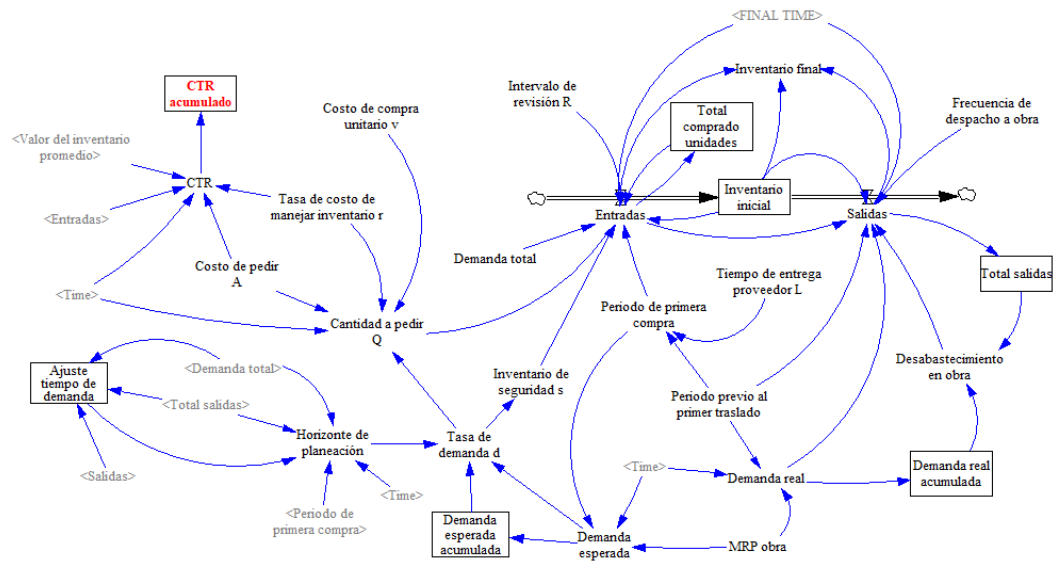


Figura 9. Diagrama Forrester sistema de inventarios modelo mejorado (Fuente: Elaborado con Vensim PLE)

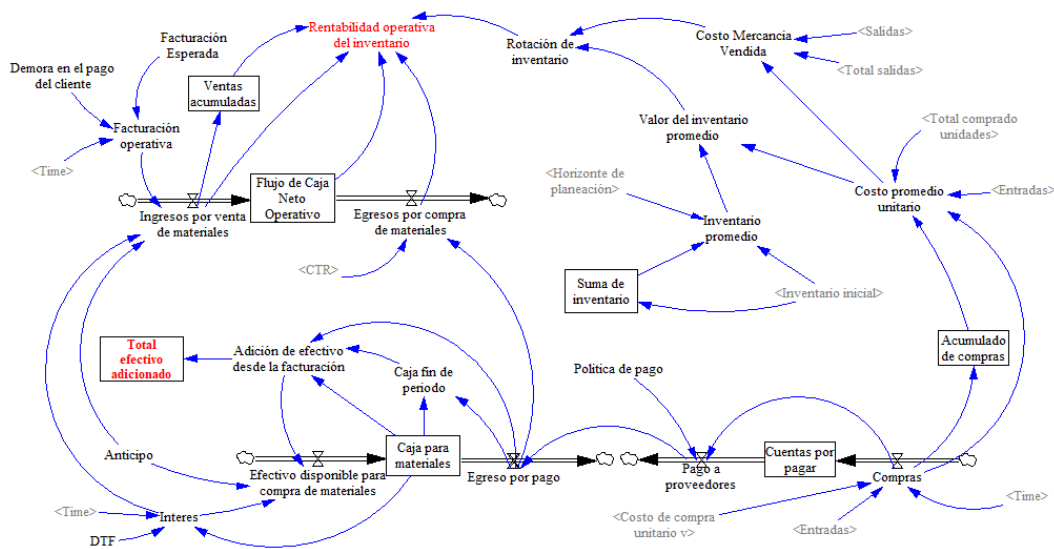


Figura 10. Diagrama Forrester sistema financiero modelo mejorado mejorado (Fuente: Elaborado con Vensim PLE)

El sistema de inventarios y el sistema financiero se interrelacionan en cuatro puntos, los niveles de inventario, que sirven para calcular el inventario promedio, en las entradas y el costo de compra unitario  $v$ , que se requieren para calcular las compras,

en las salidas y el total de unidades compradas, que sirven para calcular el costo de mercancía vendida y finalmente el CTR periódico, que se suma a los egresos por compra de materiales, esto con el fin de incluir en el flujo de caja neto operativo los costos logísticos que también hacen parte del costo directo de la operación de inventarios.

#### **5.1.4.1 Evaluación y comparación de los modelos.**

Para la ejecución de la simulación del modelo real actual, casi todos los parámetros que se requieren están predefinidos, el único parámetro susceptible a cambio es la Frecuencia de despacho a obra, este parámetro por política de la empresa está definido para el modelo mejorado en dos semanas, más sin embargo, en la realidad del proyecto 1 y los SKU seleccionados, se despachó con frecuencia semanal en varios periodos, por lo tanto se deja establecido en 1 semana para ambos escenarios para que puedan ser comparables y no muestren desabastecimiento, el cual no se presentaría por falta de inventario sino porque en un escenario con frecuencia de despacho igual a 2 semanas, semana de por medio no se despacha a obra, pero se requiere el material en la obra según el MRP de obra real.

Para el modelo mejorado propuesto se realizan varias simulaciones con diferentes políticas y se selecciona la política con el mejor indicador, que no genere desabastecimiento dentro del horizonte de planeación. La política con mejores resultados termina siendo la (2,2,S), como se puede observar en el comparativo de rotación de inventarios realizado para las 4 mejores políticas que no presentaron desabastecimiento en la figura 11, la política con la mejor rotación corresponde a la seleccionada.

Para la selección de la mejor política de inventarios, se evalúan los 3 criterios que serán tenidos en cuenta para comparar el modelo real actual y el modelo mejorado, los cuales son, el CTR, el total efectivo adicionado y la rentabilidad operativa del inventario, como en el modelo estos 3 elementos son acumulativos solo se observa el valor presentado en la semana 60, como aparece en la tabla 12.

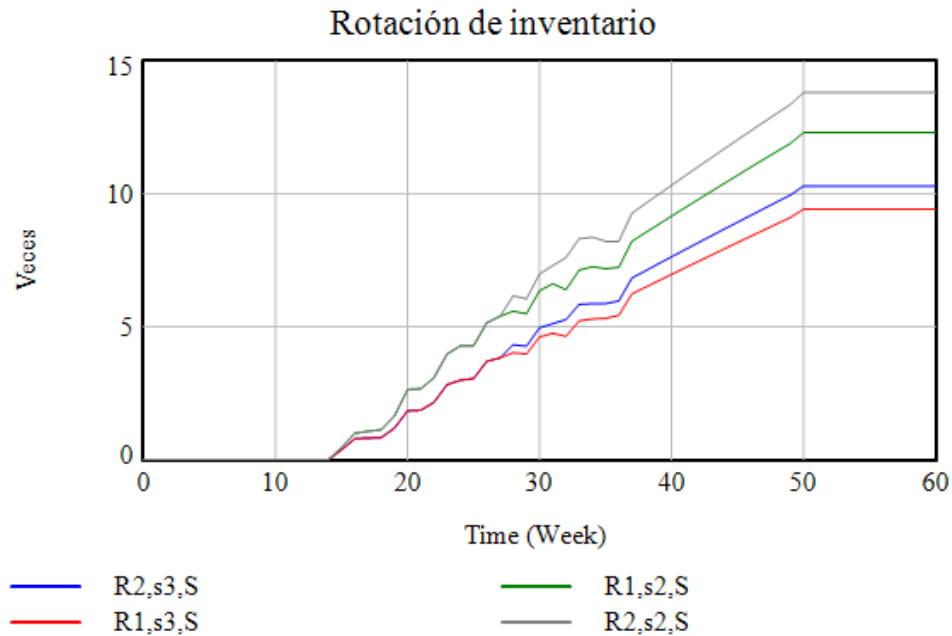


Figura 11. Comparativo, rotación de inventarios para mejores políticas del modelo mejorado (Fuente: Resultado de Vensim PLE)

Tabla 12. Selección mejor política de inventarios en el modelo mejorado propuesto

Time (Week)	60,00
CTR acumulado : R2,s3,S	\$ 1.143.700,00
CTR acumulado : R1,s3,S	\$ 1.200.550,00
CTR acumulado : R1,s2,S	\$ 935.279,00
<b>CTR acumulado : R2,s2,S</b>	<b>\$ 879.402,00</b>
Rentabilidad operativa del inventario : R2,s3,S	150%
Rentabilidad operativa del inventario : R1,s3,S	136%
Rentabilidad operativa del inventario : R1,s2,S	186%
<b>Rentabilidad operativa del inventario : R2,s2,S</b>	<b>210%</b>
Total efectivo adicionado : R2,s3,S	\$ 18.135.500,00
Total efectivo adicionado : R1,s3,S	\$ 18.135.500,00
<b>Total efectivo adicionado : R1,s2,S</b>	<b>\$ 18.109.900,00</b>
<b>Total efectivo adicionado : R2,s2,S</b>	<b>\$ 18.109.900,00</b>

Como se menciona en el anterior párrafo, los criterios de evaluación y comparación seleccionados nos permiten determinar cuál es la mejora que se presenta entre el modelo real actual y el modelo mejorado propuesto, a continuación, se explica que significa para el modelo cada criterio.

CTR Acumulado: Es el costo total relevante que resulta de toda la operación logística requerida para administrar los ítems seleccionados del proyecto

seleccionado, incluye los costos de realizar pedidos y los costos de manejo del inventario. Se debe escoger el mínimo valor que se presente.

Rentabilidad operativa del inventario: Este concepto viene del concepto financiero de rentabilidad operativa del activo tomado de (García Serna, 2009), para el cual se maneja la siguiente formula:

$$\begin{aligned} & \textit{Rentabilidad operativa del inventario} \\ & = \textit{Margen de utilidad operativa del inventario} \times \textit{Rotación del inventario} \end{aligned}$$

Donde:

$$\textit{Margen de utilidad operativo del inventario} = \frac{\textit{Flujo de Caja Neto Operativo}}{\textit{Ventas}}$$

$$\textit{Rotación del inventario} = \frac{\textit{Costo de mercancía vendida}}{\textit{Inventario Promedio}}$$

Se realiza la equivalencia en la formula entre el Flujo de caja neto operativo y la Utilidad operativa, como la mejor aproximación que se puede lograr para el cálculo del indicador teniendo en cuenta que en el flujo de caja neto operativo se está teniendo en cuenta los intereses generados por la inversión del anticipo.

Total efectivo adicionado: El modelo parte con el criterio de aprovechar inicialmente todo el anticipo para la compra de materiales y que mientras se consume este debería ser invertido en un fondo fiduciario a la vista, los intereses entrarían a incrementar el efectivo disponible para compra de materiales. Cuando este anticipo es consumido en su totalidad, incluidos los intereses, el modelo debe tomar dinero de la facturación para completar las compras de materiales hasta terminar la obra, ese valor adicional debe ser el mínimo posible para ayudar a incrementar el flujo de caja neto operativo.

A continuación, se presentan los gráficos correspondientes a la representación de lo que ocurre en la simulación para cada modelo.

## Modelo Real Actual.

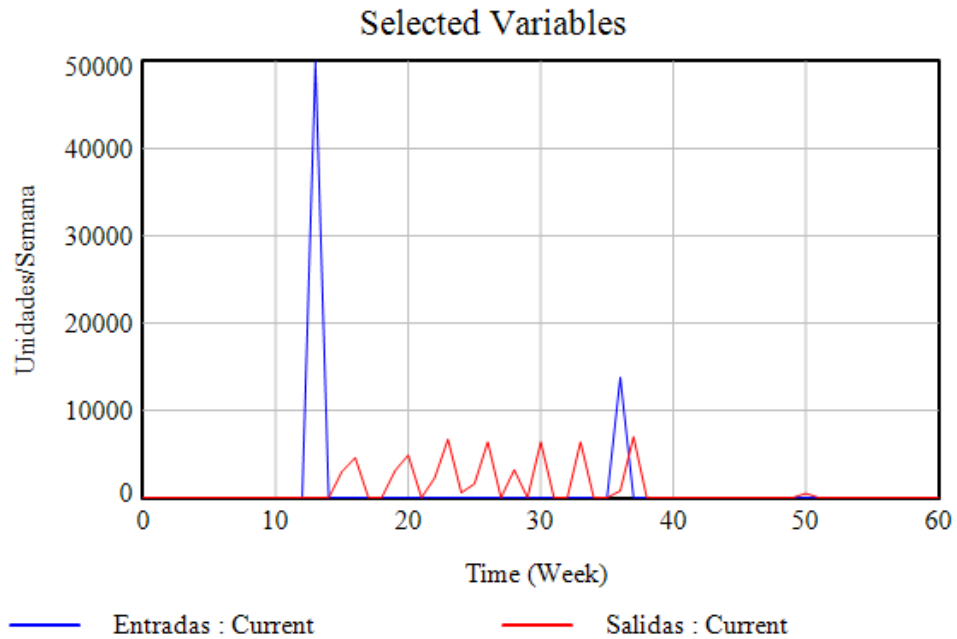


Figura 12. Entradas y salidas de inventario modelo real actual  
(Fuente: Resultado de Vensim PLE)

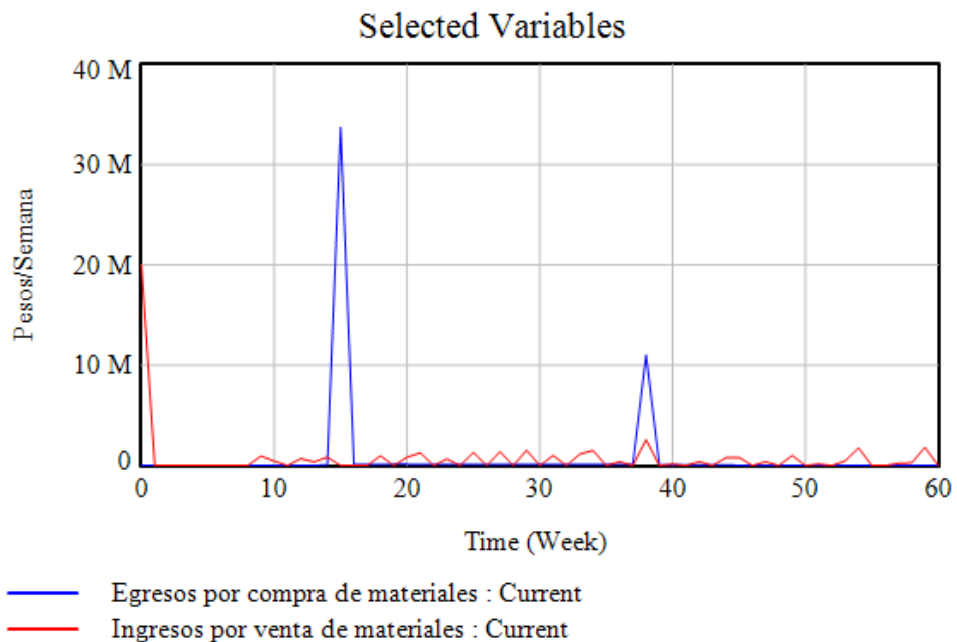


Figura 13. Ingresos y Egresos del modelo real actual  
(Fuente: Resultado de Vensim PLE)

## Modelo Mejorado Propuesto

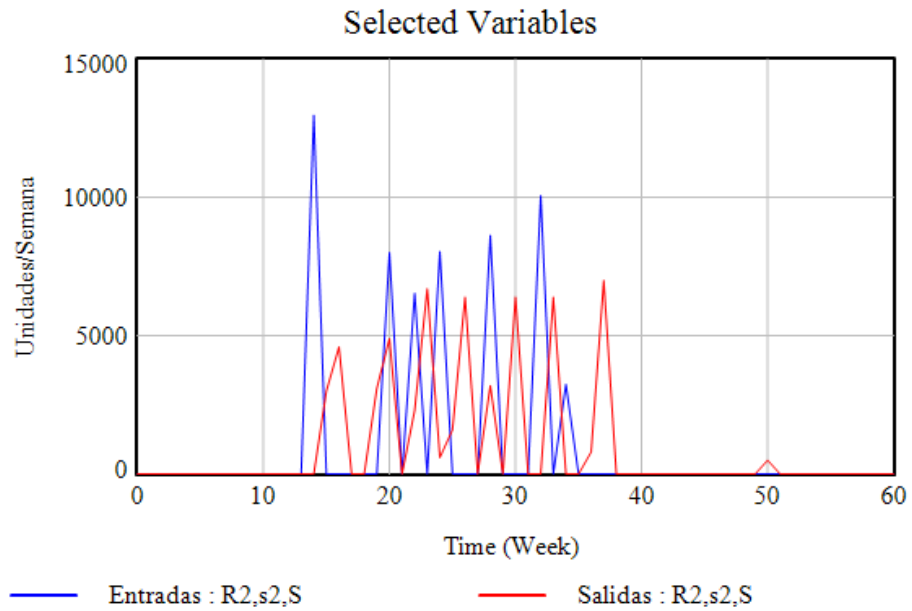


Figura 14. Entradas y salidas de inventario modelo mejorado (Fuente: Resultado de Vensim PLE)

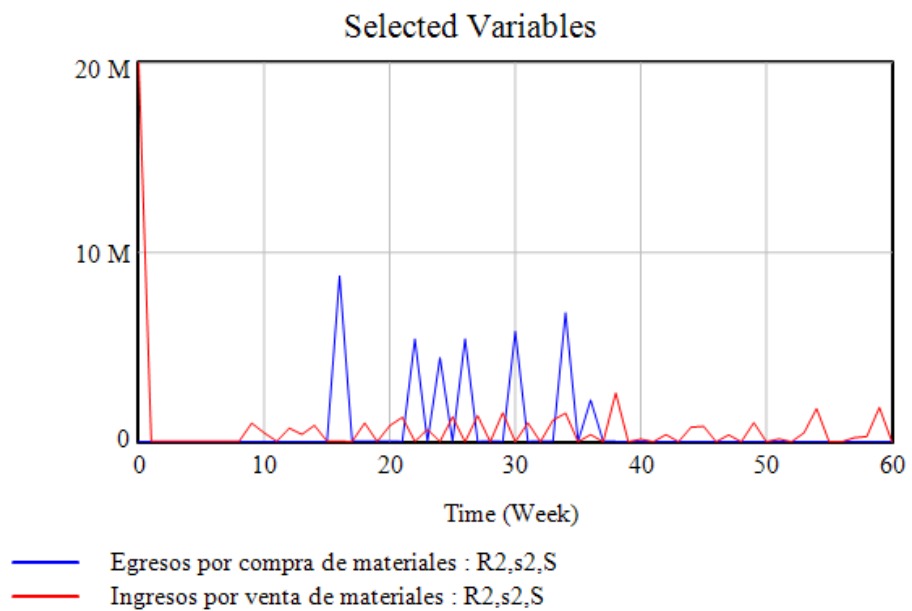


Figura 15. Ingresos y Egresos del modelo mejorado (Fuente: Resultado de Vensim PLE)

A continuación, se presenta de manera gráfica la comparación entre el modelo real actual y el modelo mejorado.

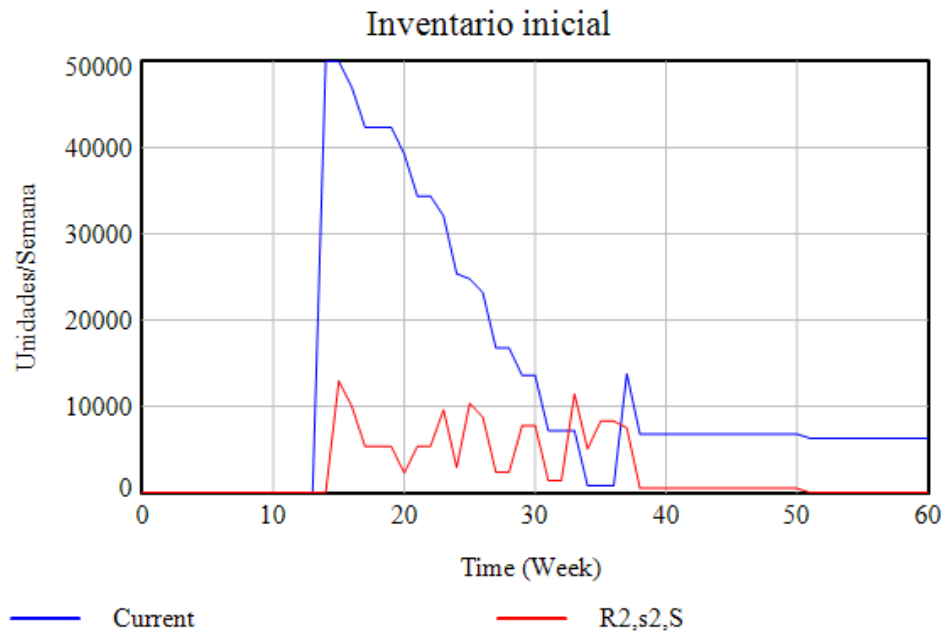


Figura 16. Comparativo Niveles de Inventario (Fuente: Resultado de Vensim PLE)

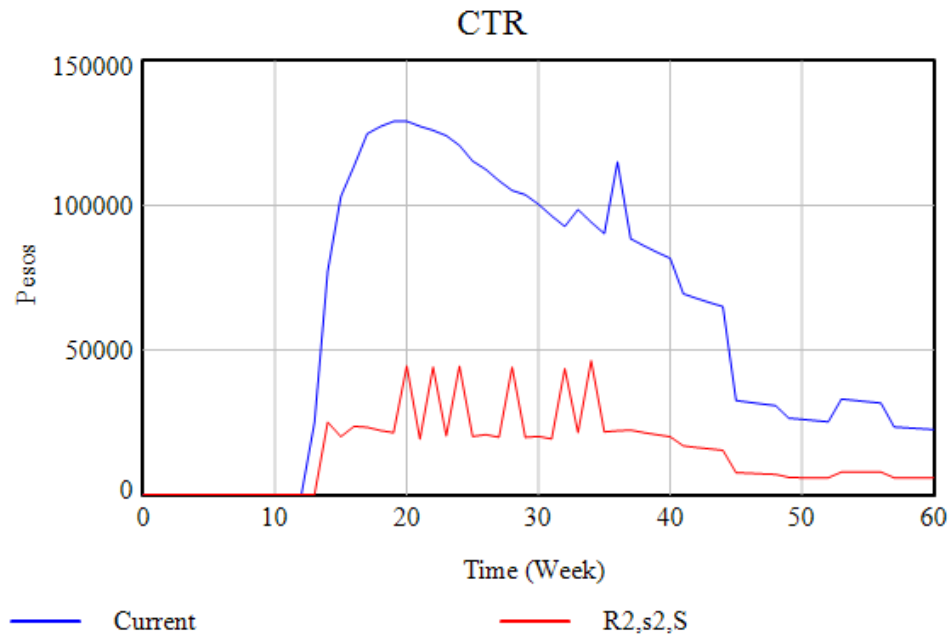


Figura 17. Comparativo CTR Periódico (Fuente: Resultado de Vensim PLE)

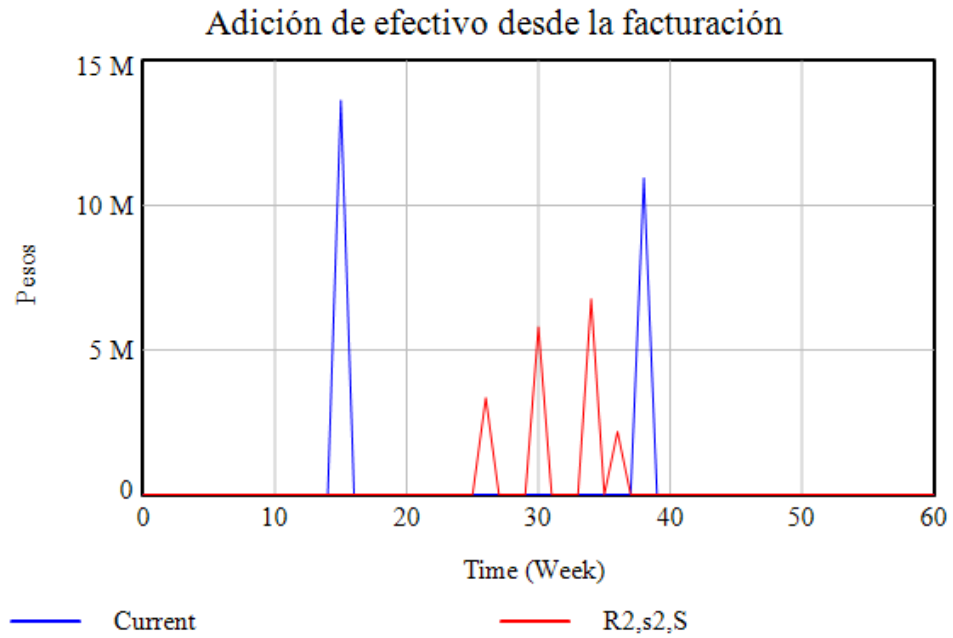


Figura 18. Comparativo adición de efectivo desde la facturación  
(Fuente: Resultado de Vensim PLE)

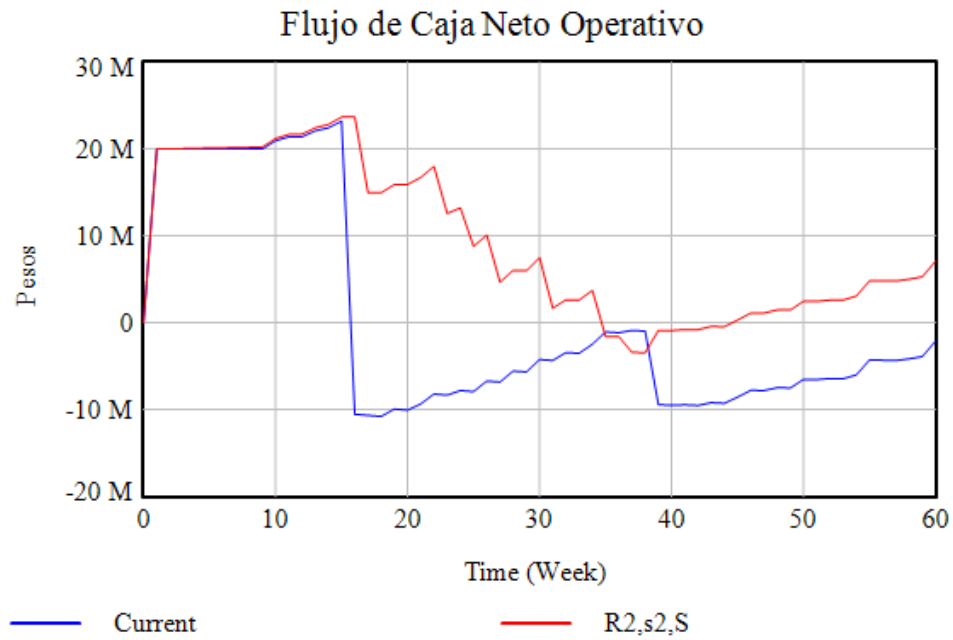


Figura 19. Comparativo Flujo de Caja Neto Operativo  
(Fuente: Resultado de Vensim PLE)



Finalmente se presenta el cuadro comparativo para los resultados presentados por la simulación de cada modelo bajo los criterios de evaluación anteriormente establecidos.

Tabla 13. Evaluación comparativa de las simulaciones de los modelos de inventarios real actual y mejorado propuesto

<b>Time (Week)</b>	<b>60</b>
CTR acumulado : Current	\$ 3.600.540,00
CTR acumulado : R2,s2,S	\$ 879.402,00
Rentabilidad operativa del inventario : Current	-17,23%
Rentabilidad operativa del inventario : R2,s2,S	210,09%
Total efectivo adicionado : Current	\$24.590.000,00
Total efectivo adicionado : R2,s2,S	\$18.109.900,00

Como se puede observar en la tabla 13, el modelo mejorado propuesto presenta un cambio muy representativo de los indicadores establecidos. La simulación del modelo real actual indica que el manejo que se le dio al SKU escogido generó una pérdida operativa del 17,23% lo cual indica que seguramente se afectó el monto del imprevisto del contrato para cubrir este déficit, además se tomaron de la facturación 24 millones de pesos que como se observa en la figura 19 nunca alcanzaron a ser cubiertos en su totalidad por la facturación. El CTR acumulado influyó en este resultado puesto que los costos logísticos que, en este modelo hacen parte de los costos directos del proyecto tuvieron un peso representativo y de haber estado más bajos hubieran mejorado la pérdida operativa. El valor del CTR tan elevado se debe principalmente al alto nivel del inventario promedio, observable en la figura 16, que se presentó en el modelo real actual que elevó los costos de manejar el inventario.

Por otra parte el modelo mejorado propuesto presenta una perspectiva totalmente nueva para la empresa PEC S.A.S. haber alcanzado utilidades operativas de más de dos veces el valor del SKU, debido principalmente a la alta rotación propiciada por la reducción drástica del nivel del inventario promedio, observable en la figura 16, y con el aporte que hace la reducción del CTR al valor mínimo posible, lo cual puede implicar en la práctica la cuantificación de las ineficiencias, principalmente en espacio y recursos de almacenamiento que hoy día se manejan en la empresa PEC S.A.S.. Por último, la reducción del efectivo adicionado, así como su redistribución en el tiempo, observable en la figura 18, implican un mejor rendimiento de intereses, siempre que el anticipo sea invertido, lo cual aporta de manera muy positiva al flujo de caja de la empresa, en la Figura 19, también se observa un momento en negativo que se produce entre la semana 35 y 38, momento en el cual se requeriría conseguir

financiamiento interno o externo para operar, este déficit de caja a la semana 45 ya estaría cubierto con la facturación del proyecto.

## **5.2 Conclusiones**

La elaboración del presente trabajo permitió identificar claramente un factor de mejora y múltiples ineficiencias que no se podían cuantificar fácilmente con los medios disponibles previamente en la empresa PEC S.A.S., la información que se genera en este documento tiene una alta trascendencia e impacto para la empresa, el autor espera que pueda ser útil, tanto para su formación profesional como para su desarrollo laboral.

El primer efecto que se observa, al implementar un modelo de inventarios estructurado basado en la planeación adecuada de los recursos, es la redistribución de las compras de materiales en el tiempo, lo que garantiza un mejor uso del efectivo, de tal manera que aun, asumiendo el aumento de tarifas de los materiales, por causas como la inflación o la devaluación, se pueden obtener ahorros o aprovechamiento sobre los recursos disponibles para ejecutar un proyecto de construcción.

La inversión del anticipo desde el momento de su recepción tiene un impacto positivo en la disponibilidad de efectivo para comprar materiales y en el Flujo de Caja Neto Operativo, con el modelo mejorado propuesto se alarga la vida de la inversión lo que genera un ingreso por intereses maximizado. La única condición es que la inversión sea a la vista para poder disponer de este efectivo de manera inmediata.

Para implementar el modelo mejorado propuesto en la empresa PEC S.A.S. se requiere que se implemente un sistema de planeación de obra, dentro del cual se elabore un MRP de Obra bien estructurado, que sirva como base para determinar adecuadamente las cantidades a pedir por cada periodo, sin esta planeación es imposible lograr la mejora presentada.

El proceso de operación de obra debe garantizar que la facturación corresponda temporal y directamente al consumo y avance de la obra, de esta manera se garantiza un flujo de caja más eficiente, debido a que en la medida que el ciclo de caja se reduzca por el incremento de la rotación del inventario, se requerirá menos efectivo para comprar materiales, reinvertiendo en cada ciclo lo producido. En ambos modelos se trabajó con la facturación real asumida por el SKU seleccionado, por lo que la demora en el pago del cliente quedó en 0, pero para el caso donde se proyecte a futuro una necesidad se deberá parametrizar adecuadamente este elemento clave.

La utilización de una herramienta de simulación como Vensim PLE o cualquier otra, con modelos bien estructurados puede ayudar a anticipar necesidades y requerimientos de recursos que ayudarían en el proceso de planeación financiera y operativa de cualquier empresa o proyecto.

El modelo mejorado propuesto elaborado está diseñado de manera genérica, no debe ser complejo adaptarlo al funcionamiento de cualquier otra empresa del sector construcción, manufactura o comercial donde la demanda de sus productos sea dependiente y tenga un comportamiento determinista.

La política actual de la empresa PEC S.A.S. respecto a aprovechar todos los descuentos financieros y procurar descuentos comerciales por volumen se ve totalmente superada por la rentabilidad que produce el aumento de la rotación del inventario, puesto que un descuento comercial y financiero que se aplica una sola vez obteniendo hasta un 10% o 15% en promedio, se multiplicaría tantas veces se complete un ciclo de caja. Hay que tener mucho cuidado porque si el SKU está en pérdida, este ciclo de caja también la multiplica.

Los resultados en términos de CTR del modelo mejorado propuesto dejan en evidencia que hay un sobredimensionamiento especialmente en el proceso de manejo del inventario, el cual puede estar representado en espacio o infraestructura de almacenamiento, la posible implementación de este modelo y un cálculo de estos costos más precisa, le ofrece una oportunidad a la empresa de obtener ahorros adicionales optimizando la operación de manejo del inventario.

Con el modelo mejorado propuesto se logra el objetivo que persigue el presente trabajo de grado de aumentar la rentabilidad operativa de los materiales y mejorar el manejo y rendimiento del flujo de caja frente al manejo del inventario que la empresa ha estado realizado para la ejecución de todos sus proyectos.

### **5.3 Recomendaciones**

El presente trabajo puede complementarse con un modelo de planeación de proyectos de construcción con énfasis en materiales de obra, lo cual es base fundamental para la implementación exitosa del modelo mejorado propuesto.

Se recomienda a la empresa PEC S.A.S. empezar a evaluar un nuevo software que incluya planeación de compras por MRP y modelos de pronóstico.

La empresa PEC S.A.S. dispone de amplios espacios de almacenamiento mal aprovechados y con mala distribución para los desplazamientos, se recomienda

realizar un estudio que mejore estos factores, lo cual puede impactar directamente los costos logísticos de manera positiva.

Con relación a los costos logísticos, PEC S.A.S. también debe realizar un estudio más detallado de los costos de pedir y de manejar el inventario, el presente trabajo ha dejado en evidencia que puede haber una capacidad ociosa importante en estos procesos.

Se requiere realizar un cambio de mentalidad por parte de la gerencia y del equipo del proceso operativo para que se puedan implementar las mejoras y en su momento, al lograrlo, se debe generar el plan de implementación del modelo correspondiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, D. A., & López, Y. M. (2018). Dinámica de sistemas en la gestión de inventarios Dynamics of systems in the management of inventories. *Ingenierías USBMed*, 9(1), 75–85. <http://doi.org/10.21500/20275846.3305>
- Arcos, M. A., & Mora, J. J. (2006). Efecto del Ciclo de Efectivo Sobre la Rentabilidad de las Firms Colombianas. *Borradores de Economía Y Finanzas, Primera Ed(9)*.
- Arijeloye, B. T., & Akinradewo, F. O. (2016). Assessment of materials management on building projects in Ondo State, Nigeria. *WSN World Scientific News*, 55(55), 168–185. Retrieved from [www.worldscientificnews.com](http://www.worldscientificnews.com)
- Avellaneda, F. G., Roza, F. A. V., & Ayala, M. J. C. (2011). Sobre La Dinámica de un Sistema de Gestión de Inventarios. 9° *Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas*. Retrieved from [http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/9-Dinamicas/042\\_1701714042/](http://www.urosario.edu.co/Administracion/documentos/9-Dinamicas/042_1701714042/)
- Baladhandayutham, T., & Venkatesh, S. (2012). An Analysis on Application of Lean Supply Chain Concept for Construction Projects. *Synergy (0973-8819)*, 10(1), 25–36. Retrieved from <https://lt.ltag.bibl.liu.se/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=buh&AN=72081225&site=ehost-live>
- Buenaventura Vera, G. (2017). *Teoría de inversión en evaluación de proyectos y presupuestación de capital [recurso electrónico]*. Cali : Universidad Icesi, 2017. Retrieved from <https://nebulosa.icesi.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat05327a&AN=icesi.307509&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Camison, C., Cruz, S., & Gonzalez, T. (2006). *Gestión de la calidad: Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Pearson Education S.A. Madrid.
- Canaleta, X. (n.d.). Estudio desde el punto de vista de teoría de sistemas del modelo de Wilson para la gestión de inventarios.
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (sf) obtendio de [http://www.dia.uned.es/~fmorilla/Web\\_FMorilla\\_Julio\\_2013/MaterialDidactico/Vensim.pdf](http://www.dia.uned.es/~fmorilla/Web_FMorilla_Julio_2013/MaterialDidactico/Vensim.pdf)

- Fang, Y., & Ng, S. T. (2011). Applying activity-based costing approach for construction logistics cost analysis. *Construction Innovation*, 11(3), 259–281. <http://doi.org/10.1108/14714171111149007>
- Fearne, A., & Fowler, N. (2006). Efficiency versus effectiveness in construction supply chains: the dangers of “lean” thinking in isolation. *Supply Chain Management: An International Journal*, 11(4), 283–287. <http://doi.org/10.1108/13598540610671725>
- Fonseca, C. (2011). Mejoramiento de los procesos de planificación de obras a partir de la introducción de conceptos de gestión logística soportados en TIC, para el sector de la construcción en Colombia, 292. Retrieved from [https://repository.eafit.edu.co/xmlui/.../1/CristianGuillermo\\_FonsecaArias\\_2011.pdf%5Cn](https://repository.eafit.edu.co/xmlui/.../1/CristianGuillermo_FonsecaArias_2011.pdf%5Cn)
- García Serna, O. L. (2009). *Administración financiera : fundamentos y aplicaciones*. Prensa Moderna Impresores. Retrieved from [https://books.google.com.co/books/about/Administración\\_financiera.html?hl=es&id=PMMY\\_gAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/Administración_financiera.html?hl=es&id=PMMY_gAACAAJ&redir_esc=y)
- Gocken, M., Dosdogru, A. ., & Boru, A. (2017). Optimization Via Simulation for Inventory Control and Supplier Selection, 16, 241–252.
- González, J. A., Solís, R., & Alcudia, C. (2010). Diagnóstico sobre la planeación y control de proyectos en las PYMES de construcción. *Revista de La Construcción*, 9(1), 17–25. <http://doi.org/10.4067/S0718-915X2010000100003>
- Ishikawa., K. (1988). *¿Qué es el control total de calidad? La modalidad japonesa*. Bogotá: Editorial Norma.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's Quality Control Handbook*. McGrawHill. <http://doi.org/10.1108/09684879310045286>
- Keyte, B., & Locher, D. (2007). *The complete lean enterprise : value stream mapping for administrative and office processes*. New York: Productivity Press.
- Lu, H., Wang, H., Xie, Y., & Li, H. (2016). Construction material safety-stock determination under nonstationary stochastic demand and random supply yield. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 63(2), 201–212. <http://doi.org/10.1109/TEM.2016.2536146>
- Lu, H., Wang, H., Xie, Y., & Wang, X. (2018). Study on construction material allocation policies: A simulation optimization method. *Automation in Construction*, 90, 201–212. <http://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2018.02.012>
- Martínez, F. L., & Villada Oquendo, J. G. (2013). Un modelo de dinámica de sistemas para la administración de inventarios. *Revista Soluciones de Postgrado EIA*, 6(11), 121–135.

- Medina Pacheco, M. A., & Corona Suarez, G. A. (2013). La administración de los materiales en proyectos de edificación mediante modelos bim, 69–82.
- Senge, P. M., Kleiner, A., Roberts, C., Ross, R., & Smith, B. (2006). La Quinta Disciplina en la Práctica: Estrategias para el pensamiento sistémico. *Granica S.A.*, 81. Retrieved from <ftp://ftp.icesi.edu.co/farenas/laquintadisciplinaenlapractica.pdf>
- Senge, P. M. (1991). *The fifth discipline, the art and practice of the learning organization. Performance + Instruction* (Vol. 30). <http://doi.org/10.1002/pfi.4170300510>
- Silver, E. A. (2008). Inventory Management: An Overview, Canadian Publications, Practical Applications and Suggestions for Future Research. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 46(1), 15–27. <http://doi.org/10.3138/infor.46.1.15>
- Solís Carcaño, R., Zaragoza Grifé, N. a., & Fajardo, G. (2009). La administración de los materiales en la construcción. *Ingeniería*, 13(3), 61–71. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46712187008>
- Superfinanciera (sf) obtenida de <https://www.superfinanciera.gov.co/reportes/>
- Taha, H. A. (2005). *Operations Research: An Introduction. Language.* <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Universidad del Cauca (sf) FTP. obtenida de <ftp://facfiet.unicauca.edu.co/ds/Material%20bibliografico/ejercicios%20practicoss.pdf>
- Vélez, L. G. (2012). Causas de la insolvencia empresarial. *Revista Supersociedades*, (4), 27–31.
- Vidal Holguin, C. J. (2008). *Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios.* (U. del Valle;, Ed.). Cali: Universidad del Valle.
- Zuluaga Gutierrez, lina maria, & Raul, U. F. (2010). *Re-diseño y centralización total del área de compras de materiales para construcción, en la empresa constructora Andina S.A.* ICESI.





## Anexo 2. Análisis Pareto comportamiento real proyecto 1

PROYECTO 1		
SKU	%	% ACUM
PLANTA DE EMERGENCIA EN STANDBY 75 KVA-208/120V CABINADA	8,20%	8,20%
CABLE COBRE AISLADO PE/PVC ACOMETIDA ANTIFRAUDE CALIBRE 2X8 + 8	6,50%	14,69%
DUCTO PVC DE 1/2" DE 3 ML	5,32%	20,02%
<b>(NA) ALAMBRE 12 THHN NEGRO</b>	<b>4,76%</b>	<b>24,78%</b>
<b>(NA) ALAMBRE CU 12 BLANCO</b>	<b>4,58%</b>	<b>29,36%</b>
ALAMBRE TW CALIBRE 14 VERDE	3,61%	32,97%
TOMA DOBLE POLO A TIERRA	3,56%	36,53%
DUCTO PVC 3/4" DE 3 ML	3,45%	39,98%
TOMA DOBLE POLO A TIERRA GFCI	2,75%	42,73%
TABLERO SERVICIOS COMUNES	2,69%	45,42%
HERRAJE METALICO PARA CAMARA DE 40 X 40 CMS TIPO C1	2,67%	48,09%
DUCTO PVC DE 4" TDP GERF DE 6 ML	2,56%	50,65%
ALAMBRE CU 8 VERDE	2,44%	53,09%
TABLERO BIFASICO TRIFILAR 12 CTOS SIN TAPA	2,24%	55,32%
(NA) ALAMBRE CU 14 THHN NEGRO	2,16%	57,49%
CAJA PARA MEDIDORES TIPO MC2 EPSA	2,14%	59,63%
DUCTO PVC DE 1" DE 3 ML	2,07%	61,69%
DUCTO PVC DE 1 1/2" DE 3 ML	1,94%	63,63%
(NA) APLIQUE TIPO TORTUGA MEDIA CARA	1,91%	65,54%
(NA) ALAMBRE CU 12 TW VERDE	1,90%	67,43%
ALAMBRE CU 8 TW ROJO	1,87%	69,30%
HERRAJE PARA CAMARA TIPO 858 (0.6X0.6) EPSA GALVANIZADO EN CALIENTE	1,82%	71,13%
ALAMBRE TELEFONICO 2 X 18 ENTORCHADO	1,63%	72,76%
(NA) ALAMBRE CU 10 TW ROJO	1,58%	74,34%
LUMINARIA DECORATIVA SENCILLA 70 W (TIPO CALIMA I)	1,53%	75,87%
INTERRUPTOR SENCILLO	1,41%	77,27%
(NA) ALAMBRE CU 14 BLANCO	1,39%	78,66%
(NA) CAJA 2 X 4" GALVANIZADA	1,15%	79,82%
DUCTO PVC DE 2" DE 6 ML	1,03%	80,85%
HERRAJE PARA CAMARA TIPO A SB 850 EPSA	1,03%	81,88%
HERRAJE PARA CAMARA C3	0,94%	82,81%
ALAMBRE CU 8 TW BLANCO	0,89%	83,71%
(NA) BREAKER 1 X 15 AMP. SD	0,88%	84,59%
PLAFON PLASTICO	0,87%	85,46%
(NA) BREAKER 1 X 20 AMP. SD	0,87%	86,33%
BREAKER ATORNILLABLE DE 2X40A (SOBREPONER)	0,80%	87,13%
LUMINARIA TIPO APLIQUE 70 W NA REF ITW 70	0,74%	87,87%
CABLE 12 AWG Cu THHN/THWN NEGRO	0,72%	88,59%
(NA) CAJA 4 X 4" GALVANIZADA	0,71%	89,30%
INTERRUPTOR DOBLE	0,70%	90,00%





### Anexo 5. Calculo VPN proyecto 1 sin inversión del anticipo

	Escenario Real	Escenario Mejora	IPC	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8	VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP TOTAL	VPN
8	-	<b>378,782715</b>		-\$57,34	-\$6,02	\$0,00	-\$142,01	-\$65,71	-\$17,27	-\$16,92	\$0,00	-\$83,33	\$0,00	-\$0,05	-\$4,76	-\$1,90	-\$1,47	-\$3,18	-\$399,959667	\$21,176952
2016	9	57,313428	-0,05%	-\$6,01	\$0,00	-\$141,93	-\$65,67	-\$17,26	-\$16,91	\$0,00	-\$83,29	\$0,00	-\$0,05	-\$4,76	-\$1,90	-\$1,47	-\$3,18			
	10	6,008475	-0,06%	\$0,00	-\$141,85	-\$65,63	-\$17,25	-\$16,90	\$0,00	-\$83,24	\$0,00	-\$0,05	-\$4,76	-\$1,90	-\$1,47	-\$3,17				
	11	-	0,11%	-\$142,01	-\$65,71	-\$17,27	-\$16,92	\$0,00	-\$83,33	\$0,00	-\$0,05	-\$4,76	-\$1,90	-\$1,47	-\$3,18					
	12	142,597141	0,42%	-\$65,98	-\$17,34	-\$16,99	\$0,00	-\$83,68	\$0,00	-\$0,05	-\$4,78	-\$1,91	-\$1,48	-\$3,19						
2017	1	66,657377	1,02%	-\$17,52	-\$17,17	\$0,00	-\$84,53	\$0,00	-\$0,05	-\$4,83	-\$1,93	-\$1,50	-\$3,22							
	2	17,697028	1,01%	-\$17,34	\$0,00	-\$85,38	\$0,00	-\$0,05	-\$4,88	-\$1,95	-\$1,51	-\$3,26								
	3	17,421100	0,47%	\$0,00	-\$85,78	\$0,00	-\$0,05	-\$4,90	-\$1,96	-\$1,52	-\$3,27									
	4	-	0,47%	-\$86,19	\$0,00	-\$0,05	-\$4,92	-\$1,97	-\$1,52	-\$3,29										
	5	86,382100	0,23%	\$0,00	-\$0,05	-\$4,94	-\$1,97	-\$1,53	-\$3,29											
	6	-	0,11%	-\$0,05	-\$4,94	-\$1,97	-\$1,53	-\$3,30												
	7	0,047144	-0,05%	-\$4,94	-\$1,97	-\$1,53	-\$3,30													
	8	4,946135	0,14%	-\$1,98	-\$1,53	-\$3,30														
	9	1,976201	0,04%	-\$1,53	-\$3,30															
	10	1,532149	0,02%	-\$3,30																
	11	3,309256	0,18%																	
TOTAL		405,887534																		
	Escenario Real	Escenario Mejorado	IPC	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8	VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP TOTAL	VPN
8	-	<b>378,782715</b>		-\$6,14	-\$12,81	-\$10,97	-\$48,50	-\$27,61	-\$37,56	-\$43,85	-\$31,22	-\$116,11	-\$15,22	-\$14,27	-\$16,10	-\$2,66	-\$1,47	-\$2,49	-\$386,978818	\$8,196103
2016	9	6,132424	-0,05%	-\$12,80	-\$10,96	-\$48,48	-\$27,60	-\$37,54	-\$43,82	-\$31,20	-\$116,04	-\$15,21	-\$14,26	-\$16,10	-\$2,66	-\$1,47	-\$2,49			
	10	12,794335	-0,06%	-\$10,96	-\$48,45	-\$27,58	-\$37,52	-\$43,80	-\$31,18	-\$115,98	-\$15,20	-\$14,25	-\$16,09	-\$2,65	-\$1,47	-\$2,49				
	11	10,968510	0,11%	-\$48,50	-\$27,61	-\$37,56	-\$43,85	-\$31,22	-\$116,10	-\$15,22	-\$14,27	-\$16,10	-\$2,66	-\$1,47	-\$2,49					
	12	48,704181	0,42%	-\$27,73	-\$37,72	-\$44,03	-\$31,35	-\$116,59	-\$15,28	-\$14,33	-\$16,17	-\$2,67	-\$1,48	-\$2,50						
2017	1	28,010832	1,02%	-\$38,11	-\$44,48	-\$31,67	-\$117,78	-\$15,44	-\$14,47	-\$16,34	-\$2,70	-\$1,50	-\$2,53							
	2	38,490437	1,01%	-\$44,93	-\$31,99	-\$118,97	-\$15,59	-\$14,62	-\$16,50	-\$2,72	-\$1,51	-\$2,55								
	3	45,137730	0,47%	-\$32,14	-\$119,52	-\$15,66	-\$14,69	-\$16,58	-\$2,74	-\$1,52	-\$2,57									
	4	32,289986	0,47%	-\$120,09	-\$15,74	-\$14,76	-\$16,66	-\$2,75	-\$1,52	-\$2,58										
	5	120,358490	0,23%	-\$15,77	-\$14,79	-\$16,69	-\$2,75	-\$1,53	-\$2,58											
	6	15,792069	0,11%	-\$14,81	-\$16,71	-\$2,76	-\$1,53	-\$2,59												
	7	14,799978	-0,05%	-\$16,71	-\$2,76	-\$1,53	-\$2,59													
	8	16,728829	0,14%	-\$2,76	-\$1,53	-\$2,59														
	9	2,760867	0,04%	-\$1,53	-\$2,59															
	10	1,532154	0,02%	-\$2,59																
	11	2,595784	0,18%																	
TOTAL		397,096606																		



## Anexo 7. Análisis Pareto comportamiento real proyecto 2

PROYECTO 2		
SKU	%	% ACU
PLANTA DE EMERGENCIA EN STANDBY 250 KVA-208/120V CABINADA	10,37%	10,37%
TABLERO PARA 10 CONTADORES BIFASICOS TIPO ENTEMPERIE TIPO 2(CON BARRAJE AUXILIAR) SEGUN DIAGRAMA UNIFILAR	5,19%	15,56%
TABLERO PARA 10 CONTADORES BIFASICOS TIPO INTEMPERIE TIPO 1 SEGUN DIAGRAMA UNIFILAR	4,87%	20,43%
CABLE 350 KCMIL AI S/8000 RHW-2/USE-2	4,69%	25,12%
(NA) ALAMBRE CU 12 BLANCO	3,59%	28,70%
(NA) TRANSFORMADOR 400KVA PAD RADIAL	3,53%	32,23%
DUCTO PVC DE 1/2" DE 3 ML	3,30%	35,53%
CABLE ALUMINIO CALIBRE 6 AISLADO	3,25%	38,78%
(NA) ALAMBRE 12 THHN NEGRO	3,11%	41,88%
TOMA DOBLE POLO A TIERRA	2,94%	44,82%
ALAMBRE CU 8 VERDE	2,77%	47,60%
TOMA DOBLE POLO A TIERRA GFCI	2,56%	50,16%
TABLERO SERVICIOS NORMALES	2,53%	52,69%
ALAMBRE TW CALIBRE 14 VERDE	2,47%	55,15%
TABLERO SERVICIOS COMUNES	2,40%	57,55%
DUCTO PVC 3/4" DE 3 ML	1,88%	59,43%
TABLERO TRIFILAR DE 8 CIRCUITOS REF TQSP8	1,88%	61,31%
(NA) ALAMBRE CU 12 TW VERDE	1,73%	63,03%
(NA) ALAMBRE CU 14 THHN NEGRO	1,37%	64,40%
DUCTO PVC DE 1" DE 3 ML	1,22%	65,62%
ALAMBRE TELEFONICO 2 X 18 ENTORCHADO	1,17%	66,79%
(NA) CAJA 2 X 4" GALVANIZADA	1,12%	67,91%
CABLE 4/0 AWG AI S/8000 RHW-2/USE-2	1,04%	68,95%
(NA) CABLE CU CALIBRE 350 MCM THHN	1,02%	69,97%
ALAMBRE CU 8 TW ROJO	1,00%	70,97%
DUCTO PVC 1" INDUSTRIAL SCH40 DE 3 ML	0,99%	71,96%
(NA) CABLE DE Cu 2/0 DESNUDO	0,94%	72,90%
DUCTO PVC DE 4" TDP GERF DE 6 ML	0,92%	73,82%
(NA) ALAMBRE CU 14 BLANCO	0,88%	74,70%
(NA) BREAKER 1 X 20 AMP. SD	0,85%	75,55%
LUMINARIA DECORATIVA SENCILLA 70 W (TIPO CALIMA I)	0,77%	76,32%
INTERRUPTOR SENCILLO	0,77%	77,09%
CABLE CU CALIBRE 1/0 THW	0,73%	77,83%
TRANSFERENCIA BOMBA CONTRA INCENDIO	0,72%	78,55%
(NA) ALAMBRE 12 TW ROJO	0,69%	79,24%
PLAFON PLASTICO	0,63%	79,87%
(NA) ALAMBRE CU 10 TW ROJO	0,61%	80,48%
(NA) BREAKER 1 X 15 AMP. SD	0,61%	81,09%
POSTE METALICO PARA LAMPARA ORNAMENTAL 2" X 6 ML	0,58%	81,68%
PEGANTE PVC 1/4 G	0,57%	82,24%
(NA) SOPORTE CABLE	0,56%	82,81%
CABLE CU CALIBRE 2 THW	0,56%	83,37%
CABLE CU CAL 2 XLPE 15 KV	0,56%	83,93%
(NA) LUMINARIA APLIQUE DE EMERGENCIA	0,56%	84,48%
CABLE 6 THW CU	0,53%	85,01%
CAJA DE PASO 60X20X12 CMS CON DOS DIVISIONES	0,48%	85,49%
TERMINAL TIPO PIN BIMETALICO CALIBRE 6	0,47%	85,96%
CAJA DE PASO 15X15X7 CMS	0,47%	86,43%
CABLE CU 2 DESNUDO	0,45%	86,88%
ALAMBRE CU 8 TW BLANCO	0,43%	87,31%
CAJA OCTAGONAL GALVANIZADA	0,43%	87,74%
DUCTO PVC DE 2" DE 6 ML	0,42%	88,15%
TOMA TELEFONO	0,39%	88,54%
CABLE 250 KCMIL Cu THHN/THWN NEGRO	0,38%	88,92%
DUCTO PVC DE 1 1/2" DE 3 ML	0,33%	89,25%
TERMINAL PVC DE 1/2" GER	0,33%	89,58%
HERRAJE PARA CAMARA I1	0,33%	89,91%
ZUMBADOR	0,31%	90,22%

# Anexo 8. Cronograma consumo de materiales proyecto 2

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	2017																				2018																				Meta	Suba
		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		1		2		3		4		5									
		Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.	Presup.	Prom.										
10100000	CONSUMO MATERIALES	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73	10100000	793,73										
28.02.00.000.000	CONSUMO MATERIALES	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73	28.02.00.000.000	793,73										

# Anexo 9. Cronograma consumo de materiales proyecto 2 ajuste precios mercado

DESCRITO	2017												2018												2019												2020												Total	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18		Meta	Salda												
	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada	Cantidad	Prevalorada																
PROCESAMIENTO																																																		
PLAN DE ALBERGUE 17 DIAS																																																		
PLAN ALBERGUE 12 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 15 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 12 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 15 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 12 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 15 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 12 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 15 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 12 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 15 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 12 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 15 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 12 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 15 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 12 DIAS	1.000,00	781,71																																																
PLAN ALBERGUE 15 DIAS	1.000,00	781,71																																																



## Anexo 10. Cálculo VPN proyecto 2 sin inversión del anticipo

		Escenario Real	IPC	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8	VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP Total	VPN
Anticipo		<b>-\$507,505222</b>		<b>-\$27,90</b>	<b>-\$44,93</b>	<b>-\$10,52</b>	<b>-\$36,87</b>	<b>-\$80,53</b>	<b>-\$9,39</b>	<b>-\$169,54</b>	<b>-\$87,16</b>	<b>-\$70,12</b>	<b>-\$2,66</b>	<b>-\$42,33</b>	<b>-\$0,65</b>	\$0,00	\$0,00	<b>-\$0,25</b>	\$0,00	<b>-\$582,841219</b>	<b>\$75,335997</b>
2017	2	\$28,182694	1,01%	\$45,38	\$10,62	\$37,24	\$81,34	\$9,49	\$171,24	\$88,04	\$70,82	\$2,68	\$42,76	\$0,66	\$0,00	\$0,00	\$0,25	\$0,00			
	3	\$45,590017	0,47%	\$10,67	\$37,41	\$81,72	\$9,53	\$172,04	\$88,45	\$71,15	\$2,69	\$42,96	\$0,66	\$0,00	\$0,00	\$0,25	\$0,00				
	4	\$10,724464	0,47%	\$37,59	\$82,10	\$9,58	\$172,86	\$88,87	\$71,49	\$2,71	\$43,16	\$0,66	\$0,00	\$0,00	\$0,25	\$0,00					
	5	\$37,672188	0,23%	\$82,29	\$9,60	\$173,24	\$89,07	\$71,65	\$2,71	\$43,26	\$0,66	\$0,00	\$0,00	\$0,26	\$0,00						
	6	\$82,383488	0,11%	\$9,61	\$173,44	\$89,17	\$71,73	\$2,72	\$43,31	\$0,66	\$0,00	\$0,00	\$0,26	\$0,00							
	7	\$9,606055	-0,05%	\$173,35	\$89,13	\$71,70	\$2,71	\$43,28	\$0,66	\$0,00	\$0,00	\$0,26	\$0,00								
	8	\$173,597604	0,14%	\$89,25	\$71,80	\$2,72	\$43,34	\$0,67	\$0,00	\$0,00	\$0,26	\$0,00									
	9	\$89,287934	0,04%	\$71,83	\$2,72	\$43,36	\$0,67	\$0,00	\$0,00	\$0,26	\$0,00										
	10	\$71,838114	0,02%	\$2,72	\$43,37	\$0,67	\$0,00	\$0,00	\$0,26	\$0,00											
	11	\$2,725117	0,18%	\$43,45	\$0,67	\$0,00	\$0,00	\$0,26	\$0,00												
	12	\$43,614289	0,38%	\$0,67	\$0,00	\$0,00	\$0,26	\$0,00													
2018	1	\$0,673431	0,63%	\$0,00	\$0,00	\$0,26	\$0,00														
	2	\$0,000000	0,71%	\$0,00	\$0,26	\$0,00															
	3	\$0,000000	0,24%	\$0,26	\$0,00																
	4	\$0,262633	0,46%	\$0,00																	
	5	\$0,000000	0,25%																		
Total		\$596,158027																			
		Escenario Mejorado	IPC	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	VP7	VP8	VP9	VP10	VP11	VP12	VP13	VP14	VP15	VP16	VP Total	VPN
Anticipo		<b>-\$507,505222</b>		<b>-\$22,02</b>	<b>-\$3,23</b>	<b>-\$4,13</b>	<b>-\$12,21</b>	<b>-\$41,08</b>	<b>-\$31,07</b>	<b>-\$35,60</b>	<b>-\$121,62</b>	<b>-\$78,22</b>	<b>-\$33,56</b>	<b>-\$35,69</b>	<b>-\$23,73</b>	<b>-\$34,60</b>	<b>-\$4,54</b>	<b>-\$97,07</b>	<b>-\$0,25</b>	<b>-\$578,613460</b>	<b>\$71,108238</b>
2017	2	\$22,242290	1,01%	<b>-\$3,26</b>	<b>-\$4,17</b>	<b>-\$12,33</b>	<b>-\$41,49</b>	<b>-\$31,38</b>	<b>-\$35,96</b>	<b>-\$122,84</b>	<b>-\$79,01</b>	<b>-\$33,89</b>	<b>-\$36,05</b>	<b>-\$23,97</b>	<b>-\$34,95</b>	<b>-\$4,59</b>	<b>-\$98,04</b>	<b>-\$0,25</b>			
	3	\$3,273280	0,47%	<b>-\$4,19</b>	<b>-\$12,39</b>	<b>-\$41,69</b>	<b>-\$31,53</b>	<b>-\$36,13</b>	<b>-\$123,41</b>	<b>-\$79,37</b>	<b>-\$34,05</b>	<b>-\$36,22</b>	<b>-\$24,08</b>	<b>-\$35,12</b>	<b>-\$4,61</b>	<b>-\$98,50</b>	<b>-\$0,25</b>				
	4	\$4,212123	0,47%	<b>-\$12,45</b>	<b>-\$41,88</b>	<b>-\$31,68</b>	<b>-\$36,30</b>	<b>-\$124,00</b>	<b>-\$79,75</b>	<b>-\$34,21</b>	<b>-\$36,39</b>	<b>-\$24,19</b>	<b>-\$35,28</b>	<b>-\$4,63</b>	<b>-\$98,97</b>	<b>-\$0,25</b>					
	5	\$12,474816	0,23%	<b>-\$41,98</b>	<b>-\$31,75</b>	<b>-\$36,38</b>	<b>-\$124,28</b>	<b>-\$79,93</b>	<b>-\$34,29</b>	<b>-\$36,47</b>	<b>-\$24,25</b>	<b>-\$35,36</b>	<b>-\$4,64</b>	<b>-\$99,19</b>	<b>-\$0,25</b>						
	6	\$42,026999	0,11%	<b>-\$31,79</b>	<b>-\$36,42</b>	<b>-\$124,42</b>	<b>-\$80,02</b>	<b>-\$34,33</b>	<b>-\$36,51</b>	<b>-\$24,28</b>	<b>-\$35,40</b>	<b>-\$4,65</b>	<b>-\$99,30</b>	<b>-\$0,25</b>							
	7	\$31,770692	-0,05%	<b>-\$36,40</b>	<b>-\$124,36</b>	<b>-\$79,98</b>	<b>-\$34,31</b>	<b>-\$36,49</b>	<b>-\$24,26</b>	<b>-\$35,38</b>	<b>-\$4,64</b>	<b>-\$99,25</b>	<b>-\$0,25</b>								
	8	\$36,453810	0,14%	<b>-\$124,53</b>	<b>-\$80,09</b>	<b>-\$34,36</b>	<b>-\$36,55</b>	<b>-\$24,30</b>	<b>-\$35,43</b>	<b>-\$4,65</b>	<b>-\$99,39</b>	<b>-\$0,26</b>									
	9	\$124,580788	0,04%	<b>-\$80,12</b>	<b>-\$34,37</b>	<b>-\$36,56</b>	<b>-\$24,31</b>	<b>-\$35,45</b>	<b>-\$4,65</b>	<b>-\$99,43</b>	<b>-\$0,26</b>										
	10	\$80,137118	0,02%	<b>-\$34,38</b>	<b>-\$36,57</b>	<b>-\$24,31</b>	<b>-\$35,45</b>	<b>-\$4,65</b>	<b>-\$99,45</b>	<b>-\$0,26</b>											
	11	\$34,442305	0,18%	<b>-\$36,63</b>	<b>-\$24,35</b>	<b>-\$35,52</b>	<b>-\$4,66</b>	<b>-\$99,63</b>	<b>-\$0,26</b>												
	12	\$36,773549	0,38%	<b>-\$24,45</b>	<b>-\$35,65</b>	<b>-\$4,68</b>	<b>-\$100,01</b>	<b>-\$0,26</b>													
2018	1	\$24,601562	0,63%	<b>-\$35,88</b>	<b>-\$4,71</b>	<b>-\$100,64</b>	<b>-\$0,26</b>														
	2	\$36,130863	0,71%	<b>-\$4,74</b>	<b>-\$101,35</b>	<b>-\$0,26</b>															
	3	\$4,753471	0,24%	<b>-\$101,59</b>	<b>-\$0,26</b>																
	4	\$102,061832	0,46%	<b>-\$0,26</b>																	
	5	\$0,262633	0,25%																		
Total		\$596,198130																			



## Anexo 12. Cálculo inventario promedio semanal de la empresa

PROYECTO 1			
Mes	Inventario Inicial	Inventario Final	Inventario promedio
ago-16	598.360.866,77		609.251.016,77
			609.251.016,77
			609.251.016,77
		620.141.166,78	609.251.016,77
sep-16	620.141.166,78		547.676.357,07
			547.676.357,07
			547.676.357,07
		475.211.547,36	547.676.357,07
oct-16	475.211.547,36		485.330.424,01
			485.330.424,01
			485.330.424,01
		495.449.300,65	485.330.424,01
nov-16	495.449.300,65		443.152.261,29
			443.152.261,29
			443.152.261,29
		390.855.221,93	443.152.261,29
dic-16	390.855.221,93		417.928.888,28
			417.928.888,28
			417.928.888,28
		445.002.554,63	417.928.888,28
ene-17	445.002.554,63		463.010.382,47
			463.010.382,47
			463.010.382,47
		481.018.210,31	463.010.382,47
feb-17	481.018.210,31		469.037.714,35
			469.037.714,35
			469.037.714,35
		457.057.218,39	469.037.714,35
mar-17	457.057.218,39		471.729.414,15
			471.729.414,15
			471.729.414,15
		486.401.609,90	471.729.414,15
abr-17	486.401.609,90		470.607.804,24
			470.607.804,24
			470.607.804,24
		454.813.998,58	470.607.804,24
may-17	454.813.998,58		423.044.037,17
			423.044.037,17
			423.044.037,17
		391.274.075,75	423.044.037,17
jun-17	391.274.075,75		424.083.314,30
			424.083.314,30
			424.083.314,30
		456.892.552,85	424.083.314,30
jul-17	456.892.552,85		481.044.739,90
			481.044.739,90
			481.044.739,90
		505.196.926,94	481.044.739,90
ago-17	505.196.926,94		948.554.658,10
			948.554.658,10
			948.554.658,10
		1.391.912.389,27	948.554.658,10
sep-17	1.391.912.389,27		1.066.902.097,20
			1.066.902.097,20
			1.066.902.097,20
		741.891.805,12	1.066.902.097,20
oct-17	741.891.805,12		829.249.392,16
			829.249.392,16
			829.249.392,16
		916.606.979,20	829.249.392,16
nov-17	916.606.979,20		1.104.879.473,62
			1.104.879.473,62
			1.104.879.473,62
		1.293.151.968,04	1.104.879.473,62

## Anexo 13. Cálculo porcentaje de participación del SKU seleccionado en el presupuesto del proyecto 1

PEC S.A.S.		LISTA EXPLOSION DE RECURSOS						
PROYECTO 1						TODOS		
Tip	Código	Descripción	Und	Valor	%			
<b>E</b>	<b>EQUIPO</b>							
E	GRUA	GRUA	DIA	\$ 350.000,00	0,05			
				\$ 350.000,00				
<b>M</b>	<b>MATERIALES</b>					% Materiales		
M	060105	PLANTA DE EMERGENCIA EN STANDBY 75 KVA-208/120V CABINADA	UND	\$ 37.800.000,00	4,99	7,85%		
M	DPV34	DUCTO PVC 3/4" DE 3 ML	TUB	\$ 27.414.873,60	3,62	5,70%		
M	DPV12	DUCTO PVC DE 1/2" DE 3 ML	TUB	\$ 27.316.093,80	3,61	5,68%	Valor anticipo total	378.782.715,99
M	021302	CABLE COBRE AISLADO PE/PVC ACOMETIDA ANTIFRAUDE CALIBRE 2X8 + 8	ML	\$ 26.002.856,00	3,43	5,40%	Valor anticipo sin AIU	323.745.911,10
M	CO12N	(NA) ALAMBRE 12 THHN NEGRO	ML	\$ 23.409.360,00	<b>3,09</b>	<b>4,86%</b>	% sobre el presupuesto total	
M	CO12B	(NA) ALAMBRE CU 12 BLANCO	ML	\$ 23.403.504,00	<b>3,09</b>	<b>4,86%</b>	6,18%	<b>20.008.144,80</b>
M	CO14V	(NA) ALAMBRE TW CALIBRE 14 VERDE	ML	\$ 18.071.508,00	2,39	3,75%	% sobre el presupuesto de materiales	
M	T110P	TOMA DOBLE POLO A TIERRA	UND	\$ 14.691.016,00	1,94	3,05%	9,73%	31.490.783,69
M	TABSC	TABLERO SERVICIOS COMUNES	UND	\$ 12.200.000,00	1,61	2,53%		
M	DPV4	DUCTO PVC DE 4" TDP GERF DE 6 ML	TUB	\$ 11.544.276,00	1,52	2,40%		
M	T110PG	TOMA DOBLE POLO A TIERRA GFCI	UND	\$ 11.332.540,00	1,50	2,35%		
M	HER40	(NA) HERRAJE METALICO PARA CAMARA DE 40	UND	\$ 11.187.278,00	1,48	2,32%		
M	CON8V	(NA) ALAMBRE CU 8 VERDE	ML	\$ 11.012.976,00	1,45	2,29%		
M	T12TR	TABLERO BIFASICO TRIFILAR 12 CTOS SIN TAPA	UND	\$ 10.580.460,00	1,40	2,20%		
M	C-MC2	CAJA PARA MEDIDORES TIPO MC2 EPSA	UND	\$ 10.249.344,00	1,35	2,13%		
M	CO14N	(NA) ALAMBRE CU 14 THHN NEGRO	ML	\$ 9.977.760,00	1,32	2,07%		
M	HERAE	(NA) HERRAJE PARA CAMARA TIPO A SB 850 E	UND	\$ 9.870.168,00	1,30	2,05%		
M	DPV 1	DUCTO PVC DE 1" DE 3 ML	TUB	\$ 9.323.740,56	1,23	1,94%		
M	CON8R	(NA) ALAMBRE CU 8 TW ROJO	ML	\$ 8.759.088,00	1,16	1,82%		
M	CAL1D7	LUMINARIA DECORATIVA SENCILLA 70 W (TIPO)	UND	\$ 8.750.000,00	1,16	1,82%		
M	CO12V	(NA) ALAMBRE CU 12 TW VERDE	ML	\$ 8.672.736,00	1,14	1,80%		
M	ATOMC	(NA) APLIQUE TIPO TORTUGA MEDIA CARA	UND	\$ 8.636.600,00	1,14	1,79%		
M	DP112	DUCTO PVC DE 1 1/2" DE 3 ML	TUB	\$ 8.480.976,00	1,12	1,76%		
M	C2X18	(NA) ALAMBRE TELEFONICO 2 X 18 ENTORCHA	ML	\$ 6.879.964,00	0,91	1,43%		
M	CO14B	(NA) ALAMBRE CU 14 BLANCO	ML	\$ 6.402.396,00	0,85	1,33%		
M	CO10R	(NA) ALAMBRE CU 10 TW ROJO	ML	\$ 6.298.000,00	0,83	1,31%		
M	INTS1	INTERRUPTOR SENCILLO	UND	\$ 5.804.784,00	0,77	1,21%		
M	CA2X4	(NA) CAJA 2 X 4" GALVANIZADA	UND	\$ 5.799.625,00	0,77	1,20%		
M	DP2X6	DUCTO PVC DE 2" DE 6 ML	TUB	\$ 5.773.989,00	0,76	1,20%		
M	DPV12S	DUCTO PVC DE 1/2" SCH 40	TUB	\$ 4.563.054,00	0,60	0,95%		
M	CON8B	(NA) ALAMBRE CU 8 TW BLANCO	ML	\$ 4.152.096,00	0,55	0,86%		
M	CA4X4	(NA) CAJA 4 X 4" GALVANIZADA	UND	\$ 3.904.512,00	0,52	0,81%		
M	ROSPL	PLAFON PLASTICO	UND	\$ 3.862.282,00	0,51	0,80%		
M	BRE15	(NA) BREAKER 1 X 15 AMP. SD	UND	\$ 3.820.300,00	0,50	0,79%		
M	HERC3	(NA) HERRAJE PARA CAMARA C3	UND	\$ 3.799.025,00	0,50	0,79%		
M	020905	CABLE 12 AWG Cu THHN/THWN NEGRO	ML	\$ 3.759.264,00	0,50	0,78%		
M	BR120	(NA) BREAKER 1 X 20 AMP. SD	UND	\$ 3.744.800,00	0,49	0,78%		
M	090112	BREAKER ATORNILLABLE DE 2X40A (SOBREPONER)	UND	\$ 3.294.432,00	0,43	0,68%		
M	PEGPV	PEGANTE PVC 1/4 G	UN	\$ 3.233.414,70	0,43	0,67%		
M	HE858	(NA) HERRAJE PARA CAMARA TIPO 858 (0.6X0)	UND	\$ 3.127.614,00	0,41	0,65%		
M	ITW70	LUMINARIA TIPO APLIQUE 70 W NA REF ITW 70	UND	\$ 2.969.600,00	0,39	0,62%		
M	CAEXA	CAJA OCTAGONAL GALVANIZADA	UND	\$ 2.948.784,00	0,39	0,61%		
M	INTS2	INTERRUPTOR DOBLE	UND	\$ 2.893.026,00	0,38	0,60%		
				\$ 481.327.149,96				
<b>O</b>	<b>OBRA DE MANO</b>							
				\$ 275.870.841,00				
			sión :	\$ 757.547.990,96				

## Anexo 14. Cálculo facturación semanal asignada al SKU seleccionado

% de participación del SKU sobre el presupuesto			6,18%
% de facturación que será pagado (- anticipo)			55%
Fecha	Costo Directo Facturado	Ingresos asignables	Ingresos Netos Asignables
31/10/2016	28.169.895,21	1.740.899,52	957.494,74
15/11/2016	13.090.100,00	808.968,18	444.932,50
22/11/2016	20.525.276,80	1.268.462,11	697.654,16
02/12/2016	10.681.521,60	660.118,03	363.064,92
07/12/2016	24.714.108,80	1.527.331,92	840.032,56
10/01/2017	28.749.101,80	1.776.694,49	977.181,97
24/01/2017	24.598.750,80	1.520.202,80	836.111,54
07/02/2017	37.597.429,60	2.323.521,15	1.277.936,63
18/02/2017	19.194.688,80	1.186.231,77	652.427,47
06/03/2017	38.853.604,10	2.401.152,73	1.320.634,00
21/03/2017	40.620.867,89	2.510.369,64	1.380.703,30
31/03/2017	44.997.532,80	2.780.847,53	1.529.466,14
17/04/2017	29.638.648,00	1.831.668,45	1.007.417,65
02/05/2017	33.615.365,50	2.077.429,59	1.142.586,27
15/05/2017	44.582.388,20	2.755.191,59	1.515.355,37
27/05/2017	11.289.197,00	697.672,37	383.719,81
10/06/2017	75.823.060,00	4.685.865,11	2.577.225,81
23/06/2017	4.102.863,40	253.556,96	139.456,33
10/07/2017	11.289.197,00	697.672,37	383.719,81
22/07/2017	22.785.543,44	1.408.146,58	774.480,62
05/08/2017	24.077.852,10	1.488.011,26	818.406,19
19/08/2017	10.790.446,76	666.849,61	366.767,29
04/09/2017	29.823.378,21	1.843.084,77	1.013.696,63
18/09/2017	4.398.273,60	271.813,31	149.497,32
02/10/2017	14.032.587,20	867.213,89	476.967,64
14/10/2017	51.579.478,00	3.187.611,74	1.753.186,46
31/10/2017	6.348.540,80	392.339,82	215.786,90
10/11/2017	8.276.834,95	511.508,40	281.329,62
21/11/2017	5.866.959,30	362.578,08	199.417,95
01/12/2017	11.584.198,15	715.903,45	393.746,90
23/01/2018	14.138.862,00	873.781,67	480.579,92
<b>TOTAL</b>	<b>745.836.551,81</b>	<b>46.092.698,90</b>	<b>25.350.984,40</b>

## Anexo 15. Documentación formulación modelo real actual

- (01) Acumulado de compras= INTEG ( Compras, 0)  
Units: \*\*undefined\*\*
- (02) Adición de efectivo desde la facturación= IF THEN ELSE( (Caja fin de periodo)<0 , Pago a proveedores-Caja para materiales , 0 )  
Units: Pesos
- (03) Ajuste tiempo de demanda= INTEG ( IF THEN ELSE ( Demanda total<=(Total salidas +Salidas), 1, 0 ), 0)  
Units: \*\*undefined\*\*
- (04) Anticipo= pulse (0,1)\*2.00035e+07  
Units: Pesos
- (05) Caja fin de periodo= Caja para materiales-Pago a proveedores  
Units: Pesos
- (06) Caja para materiales= INTEG ( Efectivo disponible para compra de materiales-Pago a proveedores, 0)  
Units: Week\*Pesos
- (07) Cantidad pedida Q( [(0,0)-(60,50000)],(0,0),(12,0),(13,50000),(14,0),(35,0),(36,13800),(37,0),(60,0))  
Units: Unidades
- (08) Compras= Costo de compra unitario v (Time) \*Entradas  
Units: \*\*undefined\*\*

- (09) Costo de compra unitario v(  
 [(0,0)-  
 (60,1000)],(0,696),(1,696),(2,706.44),(12,706.44),(13,672.8),  
 (35,672.8),  
 (36,793.73),(40,793.7),(41,836.57),(45,836.57),(46,838.57),(48,891.46),(  
 49,931.77),(60,931.8))  
 Units: Pesos / Unidad
- (10) Costo de mercancía vendida=  
 Costo promedio unitario\*(Total salidas+Salidas)  
 Units: \*\*undefined\*\*
- (11) Costo de pedir A=  
 25080.6  
 Units: \*\*undefined\*\*
- (12) Costo promedio unitario=  
 ZIDZ( Acumulado de compras + Compras , Total comprado unidades  
 + Entradas  
 )  
 Units: \*\*undefined\*\*
- (13) CTR=  
 IF THEN ELSE (Entradas=0,0,Costo de pedir A) + Tasa de costo de  
 manejar r  
 (Time)/100 \*Valor del inventario promedio  
 Units: Pesos / Semana
- (14) CTR acumulado= INTEG ( CTR,  
 0)  
 Units: Pesos
- (15) Cuentas por pagar= INTEG ( Compras-Pago a proveedores,  
 0)  
 Units: \*\*undefined\*\*
- (16) Demanda acumulada= INTEG ( Demanda real,  
 0)  
 Units: \*\*undefined\*\*
- (17) Demanda real=  
 DELAY FIXED(MRP obra (Time  
 ), Período previo al primer traslado , 0 )

Units: Unidades / Semana

(18) Demanda total=  
57500

Units: \*\*undefined\*\*

(19) Desabastecimiento en obra=  
Demanda acumulada-Total salidas

Units: \*\*undefined\*\*

(20) Efectivo disponible para compra de materiales= ACTIVE INITIAL (  
Anticipo + Adición de efectivo desde la facturación,  
Anticipo)

Units: Pesos

(21) Egresos por compra de materiales=  
Pago a proveedores +CTR

Units: Pesos / Semana

(22) Entradas=  
Cantidad pedida Q(Time)

Units: Unidades / Semana

(23) Facturación(  
[(0,0)-

(60,3e+06)],(0,0),(8,0),(9,957495),(10,444933),(11,0),(12,697954),  
(13,363065),(14,840033),(15,0),(17,0),(18,977182),(19,0),(20,836112),(21,1  
.27794e+06

),(22,0),(23,652428),(24,0),(25,1.32063e+06),(26,0),(27,1.3807e+06),(28,0)  
,(29,1.52947e+06),(30,0),(31,1.00742e+06),(32,0),(33,1.14259e+06),(34,1.5  
1536e+06

),(35,0),(36,383720),(37,0),(38,2.57723e+06),(39,0),(40,139456),(41,0),(42  
,383720),(43,0),(44,774481),(45,818406),(46,0),(47,366767),(48,0),(49,1.01  
37e+06

),(50,0),(51,149497),(52,0),(53,476968),(54,1.75319e+06),(55,0),(56,0),(57  
,215787),(58,281330),(59,1.812e+06),(60,0))

Units: \*\*undefined\*\*

(24) FINAL TIME = 60

Units: Week

The final time for the simulation.

(25) Flujo de Caja Neto Operativo= INTEG (  
Ingresos por venta de materiales-Egresos por compra de materiales,  
0)



Units: Pesos

(26) Frecuencia de despacho a obra=  
1

Units: \*\*undefined\*\* [1,60]

(27) Horizonte de planeación=

```
IF THEN ELSE (
  Periodo de primera compra>Time,
  0,
  IF THEN ELSE(
    Inventario Final> 0,
    Time - (Periodo de primera compra - 1),
    IF THEN ELSE(
      Demanda total<=Total salidas,
      Time - (Periodo de primera compra - 1) - Ajuste tiempo de demanda,
      Time - (Periodo de primera compra - 1)
    )
  )
)
```

Units: \*\*undefined\*\*

(28) Ingresos por venta de materiales=  
Anticipo+Facturación(Time)

Units: Pesos / Semana

(29) INITIAL TIME = 0

Units: Week

The initial time for the simulation.

(30) Inventario Final=

Inventario inicial+Entradas-Salidas

Units: \*\*undefined\*\*

(31) Inventario inicial= INTEG (
 Entradas-Salidas,
 0)

Units: Unidades / Semana

(32) Inventario promedio=

ZIDZ( Suma de inventario+Inventario inicial , Horizonte de planeación )

Units: \*\*undefined\*\*

(33) MRP obra(

[(0,0)-(60,7000)],(0,0),(1,3000),(2,4600),(3,0),(4,0),(5,3100),(6,4900),(7,0),(8,2300),(9,6700),(10,600),(11,1600),(12,6400),(13,0),(14,3200),(15,0),(16,6400),(17,0),(18,0),(19,6400),(20,0),(21,0),(22,800),(23,7000),(24,0),(35,0),(36,500),(37,0),(60,0))  
 Units: \*\*undefined\*\*

- (34) Pago a proveedores=  
 DELAY FIXED(Compras, Política de pago , 0 )  
 Units: \*\*undefined\*\*
- (35) Periodo de primera compra=  
 Periodo previo al primer traslado-Tiempo de entrega proveedor L  
 Units: \*\*undefined\*\*
- (36) Periodo previo al primer traslado=  
 14  
 Units: \*\*undefined\*\* [1,60]  
 Se coloca el número del periodo menos 1
- (37) Política de pago=  
 2  
 Units: \*\*undefined\*\* [1,13]
- (38) Rentabilidad operativa del inventario=  
 ZIDZ( Flujo de Caja Neto Operativo + Ingresos por venta de materiales-Egresos por compra de materiales , Ventas acumuladas + Ingresos por venta de materiales) \*Rotación de inventario  
 Units: Pesos
- (39) Rotación de inventario=  
 ZIDZ( Costo de mercancía vendida , Valor del inventario promedio )  
 Units: \*\*undefined\*\*
- (40) Salidas=  
 PULSE TRAIN( Periodo previo al primer traslado +1 , 1 , Frecuencia de despacho a obra , FINAL TIME ) \* IF THEN ELSE  
 ((Inventario inicial + Entradas )>=Demanda real + Desabastecimiento en obra , Demanda real+Desabastecimiento en obra, Inventario inicial + Entradas )  
 Units: Unidades / Semana
- (41) SAVEPER =

### TIME STEP

Units: Week [0,?]

The frequency with which output is stored.

- (42) Suma de inventario= INTEG (  
    Inventario inicial,  
    0)  
Units: \*\*undefined\*\*
- (43) Tasa de costo de manejar inventario r(  
    [(0,0)-(60,1)],(0,0.31),(1,0.35),(4,0.35),(5,0.39),(8,0.39),(9,0.43),(12,  
    0.43),(13,0.46),(16,0.46),(17,0.49),(24,0.49),(25,0.48),(28,0.48),(29,0.49  
    ),(32,0.49),(33,0.54),(40,0.54),(41,0.47),(44,0.47),(45,0.24),(48,0.24),(49  
    ,0.21),(52,0.21),(53,0.28),(56,0.28),(57,0.21),(60,0.21))  
Units: \*\*undefined\*\*
- (44) Tasa de costo de manejar r(  
    [(0,0)-(60,1)],(0,0.31),(1,0.35),(4,0.35),(5,0.39),(8,0.39),(9,0.43),(12,  
    0.43),(13,0.46),(16,0.46),(17,0.49),(24,0.49),(25,0.48),(28,0.48),(29,0.49  
    ),(32,0.49),(33,0.54),(40,0.54),(41,0.47),(44,0.47),(45,0.24),(48,0.24),(49  
    ,0.21),(52,0.21),(53,0.28),(56,0.28),(57,0.21),(60,0.21))  
Units: Dmnl / Semana
- (45) Tiempo de entrega proveedor L=  
    1  
Units: \*\*undefined\*\*
- (46) TIME STEP = 1  
Units: Week [0,?]  
The time step for the simulation.
- (47) Total comprado unidades= INTEG (  
    Entradas,  
    0)  
Units: \*\*undefined\*\*
- (48) Total efectivo adicionado= INTEG (  
    Adición de efectivo desde la facturación,  
    0)  
Units: Pesos
- (49) Total salidas= INTEG (  
    Salidas,  
    0)  
Units: \*\*undefined\*\* [?,57500]

(50) Valor del inventario promedio=  
Costo promedio unitario \*Inventario promedio  
Units: \*\*undefined\*\*

(51) Ventas acumuladas= INTEG (  
Ingresos por venta de materiales,  
0)  
Units: \*\*undefined\*\*

## Anexo 16. Documentación formulación modelo mejorado propuesto

- (01) Acumulado de compras= INTEG ( Compras, 0)  
Units: Pesos
- (02) Adición de efectivo desde la facturación= IF THEN ELSE( (Caja fin de periodo)<0 , Egreso por pago-Caja para materiales, 0 )  
Units: Pesos / Semana
- (03) Ajuste tiempo de demanda= INTEG ( IF THEN ELSE ( Demanda total<=(Total salidas +Salidas), 1, 0 ), 0)  
Units: Semanas
- (04) Anticipo= pulse (0,1)\*2.00035e+07  
Units: Pesos
- (05) Caja fin de periodo= Caja para materiales-Egreso por pago  
Units: Pesos / Semana
- (06) Caja para materiales= INTEG ( Efectivo disponible para compra de materiales-Egreso por pago, 0)  
Units: Pesos / Semana
- (07) Cantidad a pedir Q=  $\sqrt{\frac{2 * \text{Costo de pedir } A * \text{Tasa de demanda } d}{(\text{Costo de compra unitario } v (\text{Time}) * (\text{Tasa de costo de manejar inventario } r (\text{Time})/100))}}$   
Units: Unidades
- (08) Compras= Costo de compra unitario v (Time) \*Entradas

Units: Pesos / Semana

(09) Costo de compra unitario v(  
[(0,0)-

(60,1000)],(0,696),(1,696),(2,706.44),(12,706.44),(13,672.8),(35,672.8  
,(36,793.73),(40,793.7),(41,836.57),(45,836.57),(46,838.57),(48,891.46),(  
49,931.77),(60,931.8))

Units: Pesos / Unidad

(10) Costo de pedir A=  
25080.6

Units: Pesos

(11) Costo Mercancia Vendida=  
Costo promedio unitario\*(Total salidas+Salidas)

Units: Pesos / Unidad

(12) Costo promedio unitario=

ZIDZ( Acumulado de compras + Compras, (Total comprado unidades  
+ Entradas  
)

Units: Pesos / Unidad

(13) CTR=

IF THEN ELSE (Entradas=0,0,Costo de pedir A) + Tasa de costo de  
manejar inventario r  
(Time)/100 \*Valor del inventario promedio

Units: Pesos / Semana

(14) CTR acumulado= INTEG (  
CTR,  
0)

Units: Pesos

(15) Cuentas por pagar= INTEG (  
Compras-Pago a proveedores,  
0)

Units: Pesos / Semana

(16) Demanda esperada=

DELAY FIXED(MRP obra(Time), Periodo de primera compra - 1, 0 )  
Units: Unidades / Semana

(17) Demanda esperada acumulada= INTEG (  
Demanda esperada,

- 0)  
Units: Unidades
- (18) Demanda real=  
DELAY FIXED(MRP obra (Time), Periodo previo al primer traslado , 0  
)  
Units: Unidades / Semana
- (19) Demanda real acumulada= INTEG (  
Demanda real,  
0)  
Units: Unidades / Semana
- (20) Demanda total=  
57500  
Units: Unidades
- (21) Demora en el pago del cliente=  
0  
Units: Semana
- (22) Desabastecimiento en obra=  
Demanda real acumulada-Total salidas  
Units: Unidades
- (23) DTF(  
[(0,0)-  
(60,0.002)],(0,0.001425),(4,0.001425),(5,0.00141),(8,0.00141),(9,0.001395  
) ,(12,0.001395),(13,0.001373),(16,0.001373),(17,0.00138),(20,0.00138),(21,  
0.00135),(24,0.00135),(25,0.00132),(28,0.00132),(29,0.001298),(32,0.0012  
98  
) ,(33,0.001253),(36,0.001253),(37,0.001193),(40,0.001193),(41,0.001133),(  
44  
) ,(45,0.001133),(45,0.001118),(48,0.001118),(49,0.001103),(52,0.001103),(53,0.  
001095  
) ,(56,0.001095),(57,0.001073),(60,0.001073))  
Units: Dmnl
- (24) Efectivo disponible para compra de materiales= ACTIVE INITIAL (  
Anticipo + Adición de efectivo desde la facturación + Interes,  
Anticipo)  
Units: Pesos / Semana
- (25) Egreso por pago=  
Pago a proveedores

Units: Pesos / Semana

(26) Egresos por compra de materiales=

Egreso por pago +CTR

Units: Pesos / Semana

(27) Entradas=

PULSE TRAIN(Periodo de primera compra,1,Intervalo de revisión  
R,FINAL TIME

)\* (

INTEGER(IF THEN ELSE (

Demanda total > Total comprado unidades + Cantidad a pedir Q -

(Inventario inicial

- Inventario de seguridad s),

IF THEN ELSE(

Inventario de seguridad s < Inventario inicial,

0,

Cantidad a pedir Q - (Inventario inicial - Inventario de seguridad s)),

Demanda total - Total comprado unidades

)

)

)

Units: Unidades / Semana

(28) Facturación Esperada(

[(0,0)-

(60,3e+06)],(0,0),(8,0),(9,957495),(10,444933),(11,0),(12,697954),

(13,363065),(14,840033),(15,0),(17,0),(18,977182),(19,0),(20,836112),(21,1

.27794e+06

),(22,0),(23,652428),(24,0),(25,1.32063e+06),(26,0),(27,1.3807e+06),(28,0)

),(29,1.52947e+06),(30,0),(31,1.00742e+06),(32,0),(33,1.14259e+06),(34,1.5

1536e+06

),(35,0),(36,383720),(37,0),(38,2.57723e+06),(39,0),(40,139456),(41,0),(42

,383720),(43,0),(44,774481),(45,818406),(46,0),(47,366767),(48,0),(49,1.01

37e+06

),(50,0),(51,149497),(52,0),(53,476968),(54,1.75319e+06),(55,0),(56,0),(57

,215787),(58,281330),(59,1.812e+06),(60,0))

Units: Pesos

(29) Facturación operativa=

IF THEN ELSE (

Demora en el pago del cliente\*Time=0,

Facturación Esperada (Time),

0

)



Units: Pesos / Semana

(30) FINAL TIME = 60

Units: Week

The final time for the simulation.

(31) Flujo de Caja Neto Operativo= INTEG (

Ingresos por venta de materiales-Egresos por compra de materiales,  
0)

Units: Pesos / Semana

(32) Frecuencia de despacho a obra=

1

Units: Semanas [1,60]

(33) Horizonte de planeación=

IF THEN ELSE (

Periodo de primera compra>Time,

0,

IF THEN ELSE(

Demanda total<=Total salidas,

Time - (Periodo de primera compra - 1) - Ajuste tiempo de demanda,

Time - (Periodo de primera compra - 1)

)

)

Units: Semanas [0,60]

(34) Ingresos por venta de materiales=

Anticipo+Facturación operativa +Interes

Units: Pesos / Semana

(35) INITIAL TIME = 0

Units: Week

The initial time for the simulation.

(36) Interes=

DTF (Time) \* Caja para materiales

Units: Pesos / Semana

(37) Intervalo de revisión R=

2

Units: Semanas [1,60]

(38) Inventario de seguridad s=

(Tasa de demanda d) \* 2

Units: Unidades

- (39) Inventario final=  
Inventario inicial+Entradas-Salidas  
Units: Unidades / Semana
- (40) Inventario inicial= INTEG ( Entradas-Salidas,  
0)  
Units: Unidades / Semana
- (41) Inventario promedio=  
ZIDZ( Suma de inventario + Inventario inicial , Horizonte de planeación )  
Units: Unidades
- (42) MRP obra(  
[(0,0)-(60,7000)],(0,0),(1,3000),(2,4600),(3,0),(4,0),(5,3100),(6,4900),(7,0),(8,2300),(9,6700),(10,600),(11,1600),(12,6400),(13,0),(14,3200),(15,0),(16,6400),(17,0),(18,0),(19,6400),(20,0),(21,0),(22,800),(23,7000),(24,0),(35,0),(36,500),(37,0),(60,0))  
Units: Unidades
- (43) Pago a proveedores=  
DELAY FIXED(Compras, Politica de pago , 0 )  
Units: Pesos / Semana
- (44) Periodo de primera compra=  
Periodo previo al primer traslado+1-Tiempo de entrega proveedor L  
Units: Semanas
- (45) Periodo previo al primer traslado=  
14  
Units: Semanas
- (46) Politica de pago=  
2  
Units: Semanas
- (47) Rentabilidad operativa del inventario=  
ZIDZ( Flujo de Caja Neto Operativo +Ingresos por venta de materiales- Egresos por compra de materiales , Ventas acumuladas+Ingresos por venta de materiales) \*Rotación de inventario  
Units: Veces

- (48) Rotación de inventario=  
 ZIDZ( Costo Mercancia Vendida , Valor del inventario promedio )  
 Units: Veces
- (49) Salidas=  
 PULSE TRAIN( Periodo previo al primer traslado +1 , 1 , Frecuencia  
 de despacho a obra  
 , FINAL TIME ) \* IF THEN ELSE  
 ((Inventario inicial + Entradas  
 )>=Demanda real + Desabastecimiento en obra  
 , Demanda real+Desabastecimiento en obra,  
 Inventario inicial + Entradas )  
 Units: Unidades / Semana
- (50) SAVEPER =  
 TIME STEP  
 Units: Week [0,?]  
 The frequency with which output is stored.
- (51) Suma de inventario= INTEG (  
 Inventario inicial,  
 0)  
 Units: Unidades
- (52) Tasa de costo de manejar inventario r(  
 [(0,0)-(60,1)],(0,0.31),(1,0.35),(4,0.35),(5,0.39),(8,0.39),(9,0.43),(12,  
 0.43),(13,0.46),(16,0.46),(17,0.49),(24,0.49),(25,0.48),(28,0.48),(29,0.49  
 ),(32,0.49),(33,0.54),(40,0.54),(41,0.47),(44,0.47),(45,0.24),(48,0.24),(49  
 ,0.21),(52,0.21),(53,0.28),(56,0.28),(57,0.21),(60,0.21))  
 Units: Dmnl \* Semana
- (53) Tasa de demanda d=  
 ZIDZ( Demanda esperada acumulada+Demanda esperada , Horizonte  
 de planeación  
 )  
 Units: Unidades / Semana
- (54) Tiempo de entrega proveedor L=  
 1  
 Units: Semanas
- (55) TIME STEP = 1  
 Units: Week [0,?]  
 The time step for the simulation.

- (56) Total comprado unidades= INTEG ( Entradas,  
0)  
Units: Unidades / Semana [?,57500]
- (57) Total efectivo adicionado= INTEG ( Adición de efectivo desde la facturación,  
0)  
Units: Pesos
- (58) Total salidas= INTEG ( Salidas,  
0)  
Units: Unidades / Semana [?,57500]
- (59) Valor del inventario promedio=  
Costo promedio unitario \* Inventario promedio  
Units: Pesos
- (60) Ventas acumuladas= INTEG ( Ingresos por venta de materiales,  
0)  
Units: Pesos / Semana

### Anexo 17. Cuadro comparativo indicadores modelo real actual vs modelo mejorado propuesto

Time (Week)		52	53	54	55	56	57	58	59	60
CTR : R2,s2,S	878.73	5878.73	7838.3	7838.3	7838.3	7838.3	5878.73	5878.73	5878.73	5878.73
CTR : Current	25634	25224.3	33112.8	32618	32146.2	31695.8	23449.1	23140.3	22844.7	22561.5
CTR acumulado : R2,s2,S	818655	824533	830412	838250	846089	853927	861765	867644	873523	879402
CTR acumulado : Current	67e+06	3.3763e+06	3.40153e+06	3.43464e+06	3.46726e+06	3.49941e+06	3.5311e+06	3.55455e+06	3.57769e+06	3.60054e+06
Flujo de Caja Neto Operativo : R2,s2,S	28e+06	2.6159e+06	2.61002e+06	3.07915e+06	4.8245e+06	4.81666e+06	4.80883e+06	5.01873e+06	5.29419e+06	7.10031e+06
Flujo de Caja Neto Operativo : Current	85e+06	-6.41599e+06	-6.44122e+06	-5.99736e+06	-4.27679e+06	-4.30893e+06	-4.34063e+06	-4.14829e+06	-3.8901e+06	-2.10095e+06
Rentabilidad operativa del inventario : R2,s2,S	858136	0.856208	0.998795	1.50309	1.50065	1.4982	1.55603	1.63114	2.10266	2.10092
Rentabilidad operativa del inventario : Current	508364	-0.518651	-0.484923	-0.336994	-0.34451	-0.351976	-0.339337	-0.320414	-0.168396	-0.172341
Rotación de inventario : R2,s2,S	3.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194
Rotación de inventario : Current	3.29247	3.34594	3.39844	3.45	3.50064	3.55038	3.59925	3.64727	3.69446	3.74085
Total efectivo adicionado : R2,s2,S	99e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07
Total efectivo adicionado : Current	59e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07
CTR : R2,s2,S	878.73	5878.73	7838.3	7838.3	7838.3	7838.3	5878.73	5878.73	5878.73	5878.73
CTR : Current	25634	25224.3	33112.8	32618	32146.2	31695.8	23449.1	23140.3	22844.7	22561.5
CTR acumulado : R2,s2,S	818655	824533	830412	838250	846089	853927	861765	867644	873523	879402
CTR acumulado : Current	67e+06	3.3763e+06	3.40153e+06	3.43464e+06	3.46726e+06	3.49941e+06	3.5311e+06	3.55455e+06	3.57769e+06	3.60054e+06
Flujo de Caja Neto Operativo : R2,s2,S	28e+06	2.6159e+06	2.61002e+06	3.07915e+06	4.8245e+06	4.81666e+06	4.80883e+06	5.01873e+06	5.29419e+06	7.10031e+06
Flujo de Caja Neto Operativo : Current	85e+06	-6.41599e+06	-6.44122e+06	-5.99736e+06	-4.27679e+06	-4.30893e+06	-4.34063e+06	-4.14829e+06	-3.8901e+06	-2.10095e+06
Rentabilidad operativa del inventario : R2,s2,S	858136	0.856208	0.998795	1.50309	1.50065	1.4982	1.55603	1.63114	2.10266	2.10092
Rentabilidad operativa del inventario : Current	508364	-0.518651	-0.484923	-0.336994	-0.34451	-0.351976	-0.339337	-0.320414	-0.168396	-0.172341
Rotación de inventario : R2,s2,S	3.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194	13.8194
Rotación de inventario : Current	3.29247	3.34594	3.39844	3.45	3.50064	3.55038	3.59925	3.64727	3.69446	3.74085
Total efectivo adicionado : R2,s2,S	99e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07	1.81099e+07
Total efectivo adicionado : Current	59e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07	2.459e+07