

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Con estudios incorporados a la  
Secretaría de Educación Pública

**Metodología para integrar la cadena “Order to  
Cash”, mediante la implementación de  
telemetría, en una empresa de la industria  
química**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA**

P R E S E N T A

**BRISSA EDITH ROMERO FLORES**

Directora de tesina

**Dra. Margarita Hurtado**

## **Agradecimientos**

Le agradezco a Dios por ser mi apoyo y luz en mi camino, y por brindarme una vida llena de aprendizajes.

Gracias a mis Padres Juan y Edith, por su apoyo, paciencia y cariño incondicional. A mis hermanos, Juan, Raul y Carlos, por ser parte importante de mi vida y por cada momento de alegría que hemos compartido; sin ustedes no habría llegado tan lejos.

A mis amigos por su confianza y apoyo incondicional en los días buenos pero sobre todo en los malos, hicieron de esta etapa una experiencia inolvidable.

A mis profesores por compartir su conocimiento, su paciencia y amistad. En especial a Margarita y Mariana por todo su apoyo.

A cada una de las personas que me ha acompañado en este camino ¡GRACIAS!

## Índice General

<b>Introducción</b> .....	1
Objetivo general .....	1
Objetivos particulares.....	2
Problema.....	2
Propuesta de solución.....	2
Resultados .....	3
Resumen por capítulo .....	3
<b>Capítulo I: Antecedentes</b> .....	5
1.1 Descripción del proceso y actividades del OTC .....	5
1.2 Descripción de métricas actuales.....	9
<b>Capítulo II: Situación actual</b> .....	11
2.1 Necesidad y justificación.....	11
2.2 Tecnologías de automatización para el ingreso de órdenes en la industria química.....	13
2.3 Background del cliente.....	13
2.4 Situación actual del proceso de Order to Cash.....	17
<b>Capítulo III: Marco teórico</b> .....	20
3.1 Enfoque sistémico .....	20
3.2 Inventarios.....	20
3.3 Punto de reorden.....	21
3.4 Ofertas de mercado para la automatización de pedidos de órdenes de compra.....	22
3.5 Comparación de tecnologías .....	26
<b>Capítulo IV: Definición de la metodología</b> .....	28
4.1 Definición de cliente y producto.....	28
4.2 Análisis de operaciones del cliente e identificación de restricciones.....	30
4.3 Requerimientos de la herramienta de automatización.....	31
4.4. Beneficios esperados y aceptación de la tecnología.....	32
4.5 Integración de la cadena.....	35
4.6 Cálculo del punto de reorden e instalación de la tecnología.....	38
4.7 Medición de resultados .....	43
<b>Capítulo V: Resultados obtenidos en la implementación del método propuesto</b> ... 44	44
5.1 Automatización y productividad .....	44
5.2 Eficiencia y productividad .....	45
5.3 Control de producción y ventas .....	47
5.4 Eficacia y nivel de servicio .....	48
5.5 Discusión de resultados.....	49
5.6 Proyección de resultados al implementar la metodología con clientes candidatos.....	50
<b>Conclusiones</b> .....	51
<b>Recomendaciones de trabajos futuros</b> .....	52
<b>Bibliografía</b> .....	53

## Índice de tablas y figuras

### Capítulo I: Antecedentes

Figura 1.1 Flujo Order to Cash.....	6
Tabla 1.1 Diagrama RACI de actividades y responsabilidades.....	7
Tabla 1.2 Descripción de siglas RACI.....	8
Tabla 1.3 Principales métricas por función.....	8
Tabla 1.4 Descripción de métricas a evaluar.....	10

### Capítulo II: Situación actual

Figura 2.1 Consumo del producto A en toneladas por mes ene 2012- jul 2015.....	14
Tabla 2.1 Porcentaje de distribución de cambios en las distintas áreas desde 2012..	16
Figura 2.2 Distribución de cambios en las órdenes de ene 2015- jul 2015.....	16
Tabla 2.2 Acumulado histórico de KPIs de ene 2012- jul 2015.....	17
Figura 2.3 Órdenes ingresadas vs órdenes con cambios de ene 2015- jul 2015.....	18
Figura 2.4 Clasificación de cambios ene 2015- jul 2015.....	18
Figura 2.5 Porcentaje de entregas en tiempo ene 2012-jul 2015.....	19

### Capítulo III: Marco teórico

Tabla 3.1 Comparación entre las distintas ofertas de tecnología.....	27
--	----

### Capítulo IV: Propuesta de solución

Figura 4.1 Metodología propuesta .....	28
Tabla 4.1 Agrupación de clases de la demanda .....	39
Figura 4.2 Histograma de distribución de la demanda .....	39
Figura 4.3 Proceso de reabastecimiento del punto de reorden .....	41
Figura 4.4 Flujo de instalación de sensores.....	42

### Capítulo V: Capítulo V: Resultados obtenidos en la implementación del método propuesto

Figura 5.1 Órdenes ingresadas por alguna herramienta de automatización.....	44
Figura 5.2 Órdenes ingresadas vs órdenes con cambios .....	45
Figura 5.3 Órdenes con cambios vs total de cambios realizados .....	45
Figura 5.4 Clasificación de cambios.....	46
Figura 5.5 Comportamiento de consumo .....	47
Figura 5.6 Porcentaje de entregas en tiempo.....	48
Tabla 5.1 Tabla resumen de resultados .....	49
Tabla 5.2 Posible impacto para el resto de los clientes candidatos a la implementación.....	50

## **Introducción**

Los procesos operativos, hoy en día en las empresas, se encuentran en constante cambio. Esto se debe a la acelerada dinámica del mercado que obliga a las empresas a ajustarse a sus necesidades para poder cumplir con sus objetivos. Sin embargo, hay ocasiones que por buscar satisfacer las necesidades de los clientes se generan excepciones en los procesos que, como consecuencia, traen retrabajos, disminución de productividad en el capital de trabajo, incremento en errores operativos, costos elevados e innecesarios, falta de eficiencia y eficacia, reducción del margen y muchas veces no logramos la satisfacción de nuestros clientes.

Es por ello que las empresas buscan distintos recursos que les ayuden a mantener en balance sus operaciones rentables y eficientes, satisfagan las necesidades de sus clientes y a la vez, puedan ofrecer valor agregado al mercado para poder diferenciarse de su competencia.

Al identificar que dentro de nuestra empresa las operaciones toman más tiempo de lo que deberían, generan costos innecesarios, no se cumple con las necesidades de los clientes y nuestros recursos no tienen la utilización adecuada por falta de visibilidad en los cambios y comportamiento de la cadena; se ha buscado una solución que se ajuste al comportamiento de nuestros principales clientes, los cuales representan alrededor del 20%.

### Objetivo general

Diseñar la metodología de integración de la cadena implementando la tecnología de telemetría para reducir retrabajos e ineficiencias a lo largo de la cadena de Order to Cash, y así garantizar la satisfacción al cliente en una empresa de la industria química.

### Objetivos particulares

1. Evaluar el sistema actual de reabastecimiento, identificando las ineficiencias dentro del proceso.
2. Evaluar las distintas ofertas del mercado para adecuar la mejor opción de acuerdo a las características y necesidades de nuestros clientes.
3. Identificar e integrar necesidades particulares de las distintas áreas involucradas en el proceso de Order to Cash.
4. Evaluar efecto de la implementación en el proceso de Order to Cash.

### Problema

Identificando como problema principal los constantes cambios realizados por los clientes que han provocado que los procesos de nuestra cadena Order to Cash (OTC) amortigüen ciertas ineficiencias como la poca flexibilidad en tiempos de reacción, mala comunicación entre las funciones, tiempo y recursos mal invertidos, costos innecesarios y una operación ineficiente, reduciendo uno de nuestros objetivos principales que es la satisfacción del cliente.

“La cadena del OTC es una serie de procesos que inician con una orden del cliente y terminan en el pago de la factura, haciendo hincapié en que entre más rápido se ingrese , procese, embarque y entregue la orden, más rápido se recibirá el pago de la misma” (Myerson, 2013, Order to Cash cycle- show me the Money!).

### Propuesta de solución

La propuesta de solución consta de una metodología que integra distintas teorías como lo son el enfoque sistémico y el punto de reorden; así como el uso de la tecnología de telemetría como método para el reabastecimiento de producto a nuestros clientes para alinear e integrar la cadena de OTC, y con ello obtener beneficios como una cadena más eficiente, mejor comunicación tanto interna como con el cliente y lo más importante, mejorar la satisfacción del cliente y su confianza en los servicios que le brindamos. Dicha propuesta consta de siete pasos a seguir, la cual incluye la definición e identificación de clientes y productos candidatos, los puntos indispensables para la implementación, los requerimientos para alinear las funciones de la cadena y la definición de métricas donde se verá reflejado el impacto de dicha mejora.

## Resultados

Los resultados obtenidos son satisfactorios ya que se logró la clara disminución en los cambios realizados por parte del cliente y del área de planeación, generando una mejora en el nivel de servicio mostrado en las entregas en tiempo. Adicional se logró una mayor confianza y una relación más estrecha con el cliente. Los resultados también mostraron un cambio en las razones causante de los bloqueos en la cadena los cuales se pueden analizar en un caso independiente.

## Resumen por capítulo

A lo largo de este documento se desarrolló el caso de estudio que permitió diseñar la metodología que diera solución a la falta de integración de nuestra cadena, ocasionada por la falta de visibilidad y constantes cambios en los requerimientos de nuestros clientes.

Dentro del capítulo I se describe el proceso de Order to Cash y las funciones involucradas, con el objetivo de dar a conocer el funcionamiento de la cadena, los responsables de ejecutar las actividades principales y las métricas utilizadas para evaluar su funcionamiento de forma que posteriormente se muestren las restricciones de la cadena. El capítulo de Antecedentes ayuda a entender de qué forma debería operar nuestra cadena y la importancia tanto de las actividades como las métricas definidas para facilitar el entendimiento de la cadena y su funcionamiento.

Posterior a ello, el capítulo II describe la situación actual, tomando como ejemplo un cliente y un producto en específico, medida bajo las métricas establecidas por cada función actualmente, la necesidad de mejora identificada y la justificación de la propuesta de solución.

El capítulo III cuenta con toda la información teórica que forma la base y la justificación de cada una de las decisiones tomadas para la implementación. El marco teórico cuenta con la teoría del enfoque sistémico que respalda la importancia de contar con una cadena operativa integrada e identificar las posibles restricciones que impidan cumplir con los objetivos del sistema. Se menciona el tema de inventarios y punto de reorden ya que se toman decisiones

importantes relacionadas y la propuesta de solución impacta directamente a esta parte de la cadena. También contiene las distintas ofertas en el mercado para la automatización de las órdenes para poder elegir la que mejor resuelva el problema planteado.

Los capítulos IV y V contienen la parte más importante donde se redacta la propuesta de solución, el desarrollo de la metodología considerando el análisis, implementación, evaluación y documentación de los resultados. Adicional, incluye los puntos a evaluar como siguientes pasos para, como lo menciona la teoría de las restricciones, buscar optimizar nuestras nuevas restricciones y continuar cumpliendo los objetivos de nuestro sistema.

## **Capítulo I: Antecedentes**

La empresa se encuentra dentro de la industria química, con una amplia oferta de productos que tienen como destino final distintas industrias, desde la automotriz hasta el cuidado personal. La base de funcionamiento de las operaciones es el modelo Order to Cash el cual está conformado por distintas áreas en común, sin embargo cada unidad de negocio realiza determinados ajustes de acuerdo a la dinámica de la industria de destino final para poder brindar un mejor servicio al negocio y a los clientes. Al ser el OTC la base de la operación y la cadena que buscamos optimizar, es importante conocer las funciones, sus actividades y las métricas bajo las cuales son medidos sus resultados para poder encontrar las restricciones en el sistema y proponer una solución a las mismas.

### **1.1 Descripción del proceso y actividades del OTC**

Nuestro proceso del Order to Cash consta de distintas áreas, las cuales funcionan como engranes de forma que, si una no funciona o trabaja a un ritmo diferente, impacta directamente en el resultado final. Las ineficiencias de una función se traducen en el trabajo y errores de otras, generando un flujo intermitente, no productivo y con costos altos en la operación.

Como se muestra en la figura 1.1, nuestro proceso consta de 11 eslabones para los escenarios de exportación y 10 para los locales. Cada una de estas funciones es indispensable para poder cumplir las entregas con nuestros clientes y asegurar la rentabilidad de la compañía.

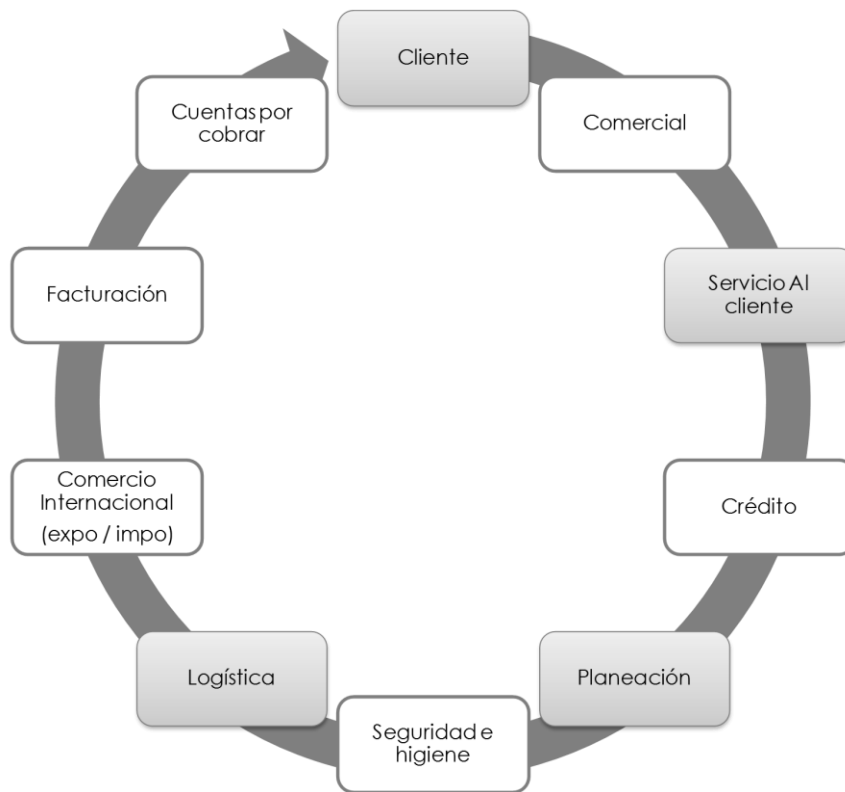


Figura 1.1: Flujo Order to Cash. Fuente propia

La operación inicia con una orden de compra colocada por el cliente; sin embargo se debe realizar un trabajo previo que involucra a la mayoría de las áreas para poder responder en tiempo a los pedidos de los clientes.

Todo inicia con el acercamiento del área comercial a nuestros clientes, una vez que se genere la negociación y los vendedores compartan la información como especificaciones del producto, forma y lugar de entrega, términos de pagos y *forecast*. El cliente coloca la orden de compra ya sea por un medio de automatización, o vía correo electrónico para su ingreso manual dentro del sistema.

En el momento en que contamos con la orden, el área de servicio al cliente es el encargado de verificar el funcionamiento de la cadena, comunicar tanto al cliente como a las áreas internas cualquier ineficiencia dentro de la cadena desde el ingreso correcto de la orden, capacidad de crédito del cliente, disponibilidad de producto, especificaciones de seguridad para la entrega, disponibilidad y capacidad de transporte, generación de la factura y tiempo de

cobro de la misma. Cada función tiene sus responsabilidades que por falta de visibilidad, eficiencia o errores cometidos suelen generar retrabajos en el resto de las áreas, principalmente en las áreas sombreadas en la figura 1.1 (servicio al cliente, planeación, logística y directamente al cliente).

Muchas de estas ineficiencias pueden evitarse realizando un mapeo previo del escenario más adecuado para el cliente, comunicando cada una de las especificaciones, independientemente de las responsabilidades de cada función. La comunicación es un factor clave para que todos los eslabones de la cadena trabajen bajo el mismo objetivo.

Cada actividad tiene una función responsable con impacto a distintas áreas, las cuales se encuentran enlistadas y asignadas a su función responsable en la tabla 1.1 mediante una clasificación RACI, cuyas siglas se encuentran descritas en la tabla 1.2.

Tabla 1.1: Diagrama RACI sobre las actividades y responsabilidades desde la negociación hasta el cobro de las facturas. Fuente propia

	Negociación	Generación de la orden	Recepción de orden	Ingreso de orden	Revisión de crédito	Disponibilidad de producto	Verificaciones de calidad	Disponibilidad de transporte	Confirmación al cliente	Carga de producto	Transportación de producto	Entrega del producto	Generación de factura	Envío de factura	Cobro de factura
Cliente	C	R	C	R*	I				I			I	I	I	I
Comercial	RA	A	A	I	A	C	C	C	C	C	C	A	C	C	A
Servicio al cliente	C	I	R	RA	I	C	C	C	RA	C	C	C	A	A	I
Crédito	C			I	R								C	I	I
Planeación	C			I	I	R				I		I			
Seguridad e Higiene	C			I		I	A	I		I					
Logística	C			I	I	I	I	RA		C	RA	R			
Facturación	C			I				I		I		I	R	R	C
Cuentas por cobrar	C				C								I	I	R
Sistema SAP	C		C	C	C	C		I		C	C	C	C	C	C
Producción	C			I		A	R	I		RA	I	I			

\*Al usar herramientas de automatización el cliente es el responsable del ingreso.

Tabla 1.2: Descripción de siglas RACI contenidas en el diagrama 2. Fuente propia

Siglas Diagrama RACI		
R	Responsable	Responsable de ejecutar la actividad
A	Accountable	Responsable de que se realice la actividad
C	Consult	A quien consultar
I	Inform	A quien Informar

Cada función tiene sus propios objetivos, sin embargo, buscan cumplirlos de forma independiente tomando decisiones sin importar el impacto que pueda generar al resto de la cadena; es por ello que se debe conocer y entender la relación entre ellas para tomar mejores decisiones. La tabla 1.3 muestra de forma general las principales métricas de cada una de las funciones relacionadas a la cadena del OTC.

Tabla 1.3. Principales métricas por función. Fuente propia

Función	Principales métricas relacionadas con OTC
Comercial	Precios correctos en sistema
	Forecast -compartida con planeación-
	Ventas
Servicio al cliente	Órdenes con cero toques
	Órdenes automatizadas
	% de cambios -independientemente de la función casa raíz-
	Satisfacción al cliente
Crédito	Órdenes bloqueadas
	Órdenes liberadas automáticamente
	Líneas de crédito sanas
Planeación	Forecast -compartida con comercial-
	Nivel de inventario
	Disponibilidad de producto
Seguridad e higiene	Estándares de calidad -incluyendo producto y empaque-
Logística	Entregas en tiempo
	Cargas en tiempo
	Órdenes urgentes
Facturación	Errores en factura
	Envío de ordenes automáticas
Cuentas por cobrar	Facturas cobradas en tiempo
	Días de retraso de pago
	Documentos de pago pendiente (notas de crédito o débito)

Tomando en cuenta que la operación del día a día no necesariamente se lleva a cabo de esta forma y que muchas de las ineficiencias del proceso se encuentran en la falta de cumplimiento del propio proceso; existen factores externos que agregan incertidumbre y obstáculos a la operación. Una de estas causas es la incertidumbre de mercado, para la cual se busca una solución que ayude a amortiguarla mediante la implementación de la tecnología de telemetría.

## **1.2 Descripción de métricas actuales**

Como se puede observar si una actividad no se realiza correctamente, ésta afectará al resto de la cadena, sin embargo no podemos pensar en maximizar cada una de las funciones, como lo plantea el pensamiento cartesiano sino maximizar los resultados del sistema completo. Dentro de esta implementación buscamos máximas únicamente un eslabón de la cadena, el área de planeación la cual tendrá como resultado un impacto directo en cuatro eslabones críticos como los son Servicio al cliente, Logística, el cliente y por su puesto planeación.

Como lo describe el pensamiento sistémico al alinear tu sistema a una misma dirección y con un mismo objetivo no lograrás tener cada función en su punto óptimo, sino que obtendrás una cadena óptima con algunos eslabones débiles y otros fuertes, los cuales debes monitorear constantemente para llegar a lo que se conoce como mejora continua, alineando las restricciones o los eslabones más débiles y así ir optimizando la cadena o el sistema como un todo.

Es por ello que nuestro objetivo no es optimizar cada una de las funciones, por lo que nos enfocaremos a los cuatro eslabones que se verán impactados con la implementación. Como se puede observar en la tabla 1.4, se describen algunas de las métricas bajo las cuales se mide actualmente el desempeño de las funciones y que se verán impactadas, las cuales representan alrededor del 27% de las métricas de la cadena del OTC.

Tabla 1.4. Descripción de métricas bajo las cuales se medirá el impacto de la implementación de la tecnología de telemetría. Fuente propia

Función	Nombre de la métrica	Descripción	Interpretación	Impacto
Servicio al cliente	Órdenes con cero toques	Porcentaje de órdenes que no fueron modificadas en ningún momento vs el total de órdenes ingresadas.	Al tener porcentaje mayor significa que tenemos una cadena más eficiente. Existen cambios controlables y no controlables; los controlables se pueden evitar con una cadena en constante comunicación, alineada desde un inicio y preparada para cumplir con los requerimientos del cliente.	Las órdenes manuales se consideran con un toque, por lo que únicamente las órdenes automatizadas pueden ser cero toques. Cada cambio significa un retraso en la cadena y retrabajos en las funciones.
	Cambios por cliente	Número de cambios por requerimientos del cliente	La mayoría de los cambios requeridos son movimiento de fechas y cambios en la cantidad de pedido.	Cada cambio modifica por completo la orden iniciando nuevamente el proceso.
		Porcentaje de cambios por el cliente del total de cambios		
	Cambios por planeación	Número de cambios (toques) realizados por requerimientos de planeación.	Los cambios en planeación se deben a variaciones en el forecast, falta de actualización de información en el sistema, falta de producto o materia prima, entre otros.	Disminuyen la visibilidad en toda la cadena, generando retrasos en las entregas o confirmaciones erróneas al cliente por falta de información.
		Porcentaje de cambios por el cliente vs el total de cambios.		
	Logística	Entregas en tiempo	Entregas realizadas en tiempo vs total de entregas	Con una cadena eficiente minimizas los riesgos de fallos; reduciendo los errores a variables externas.
Existen dos métricas. 1. Comparación respecto a la fecha pedida por el cliente. 2. Comparación respecto a la fecha confirmada.			La primera se refiere específicamente a los requerimientos del cliente, y la segunda a las capacidades que se tienen para cumplir lo que se promete.	Generalmente la segunda es más alta y debería estar al 100 ya que considera la capacidad de cumplimiento. Se busca reducir la diferencia entre ambas métricas.

## Capítulo II: Situación actual

### 2.1 Necesidad y justificación

Con el objetivo de siempre buscar optimizar los procesos productivos, ofreciendo a nuestros clientes una oferta de valor diferenciada, se ha trabajado en distintas propuestas, obteniendo algunas mejoras pero sin llegar al punto óptimo o al objetivo principal que es tener una cadena alineada. Se ha recurrido a distintas ofertas tecnológicas para hacer más eficiente el proceso; sin embargo, nos hemos enfocado únicamente en un eslabón de la cadena, que es el ingreso de las órdenes, buscando se realice de forma automatizada. Este esfuerzo no ha resultado como se esperaba por distintos factores. Principalmente, se debe a los continuos retrabajos que genera el no tener una cadena de suministro alineada, en constante comunicación y enfocada en un mismo objetivo.

La necesidad principal es eliminar las ineficiencias identificadas como cambios constantes por parte del cliente, falta de disponibilidad de producto, y errores al ingresar la orden de compra; buscando tener como resultado una mejora en el proceso de reabastecimiento, integrar las funciones de nuestro proceso de OTC y, lo más importante, lograr la satisfacción de nuestros clientes; para lo cual, hemos decidido implementar la tecnología de telemetría.

El concepto de telemetría no es nuevo en el mercado ya que se ha utilizado en distintas industrias con distintos objetivos, como en la industria aeronáutica como medio de comunicación entre el avión y la estación para el monitoreo de tiempo real del avión. Dentro de la medicina, para la medición de eventos electrocardiográficos a distancia. Dentro de los procesos productivos o dentro de plantas de generación eléctrica, se utiliza para la medición de voltajes y corrientes. Y también dentro de los deportes como la F1 para conocer el rendimiento de los autos cada momento de la carrera.

Hablando de la telemetría y VMI asociados al proceso de medición de inventarios, también se han utilizado en distintas industrias, incluyendo la industria química. "VMI es una de las formas más poderosas de generar relaciones estrechas con los clientes" (Gosset, 2001, Making VMI work). Gosset habla sobre las

etapas más importantes de la implementación, que son planeación y evaluación, selección de tecnología, y los detalles a considerar dentro de la implementación. Así mismo, se menciona la importancia de conocer los distintos tipos de clientes para poder capitalizar el valor agregado que se puede generar al tener una correcta gestión del VMI.

Si bien existen distintas tecnologías para poder llevar una correcta gestión del inventario de los clientes, como también se menciona dentro de este mismo artículo, es el nivel de tecnología del cliente quien determinará la mejor opción. Sin embargo, es importante mencionar y justificar el por qué se utilizará la telemetría como mejor opción para nuestros clientes y nuestra industria.

La telemetría, además de cumplir con los requerimientos básicos y proporcionar la información necesaria, es la tecnología adecuada para determinar los niveles reales de inventario. Por lo que la confiabilidad es muy alta si se realiza una implementación perfecta.

Dentro del artículo de Gosset "Making VMI work" (2001) mencionado previamente, no se detalla con claridad las necesidades de las áreas involucradas, es por ellos que uno de los resultados de esta implementación, dentro de la industria química, será medir los beneficios generados dentro de nuestra cadena productiva, buscando establecer un estándar de requerimientos y una expectativa clara de los impactos de mejora dentro del proceso de reabastecimiento a clientes, utilizando la telemetría como solución.

Así mismo, esta tecnología no ha sido implementada con ninguno de nuestros clientes dentro de la región, por lo que será el punto de partida para establecer mejoras de productividad y un incremento en la satisfacción del cliente al cubrir sus necesidades de reabastecimiento de producto sin errores, ni ineficiencias dentro de nuestro proceso.

## **2.2 Tecnologías de automatización para el ingreso de órdenes en la industria química**

Dentro de la industria química y dentro de la misma empresa existen varios medios o tecnologías utilizadas para automatizar y eficientar el ingreso de las órdenes, las cuáles están relacionadas con los sistemas de gestión de información dentro de las empresas (ERP); sin embargo existen ciertas limitantes respecto a la comunicación entre las tecnologías y los sistemas. Actualmente en la empresa se utilizan herramientas básicas como plantillas predeterminadas y portales de ingreso de órdenes que facilitan la captura de la información.

Hay empresas químicas que ya utilizan la telemetría con dos objetivos, uno como herramienta para medir y monitorear que las maquinas industriales trabajen bajo las condiciones óptimas de temperatura, velocidad, humedad, entre otras. Y el segundo, como forma de automatización para el ingreso de órdenes.

## **2.3 Background del cliente**

El análisis de este caso se centra en el producto consumido por un cliente de la industria de pinturas y recubrimientos, con destino final la industria automotriz. Es importante tener en consideración el destino final de nuestros productos, ya que la demanda de nuestros clientes está sujeta a la demanda de sus clientes y ésta, a su vez, a la demanda del consumidor final. Como se sabe, el mercado automotriz tiene un comportamiento muy particular el cual trabaja en base a la metodología de *just in time*, la cual se puede traducir de forma general en cero inventarios. Si bien existen cero inventarios para esta industria, la incertidumbre debe ser amortiguada por sus proveedores; para lo cual es importante contar con una cadena de suministro alineada y bien comunicada para que la respuesta pueda ser inmediata. Si bien ninguna empresa quiere tener inventarios, se sabe que es importante tener un balance respecto al inventario para evitar perder participación en el mercado, ya que el costo de oportunidad de perder una venta muchas veces es mayor al costo del inventario.

El consumo de este producto inició a finales del 2012, presentando un comportamiento bastante irregular respecto a las cantidades y tiempos de entrega, como se puede observar en la figura 2.1. Si bien la demanda ha crecido, no se ha logrado determinar un comportamiento estable de crecimiento o proyecciones cercanas al consumo real.

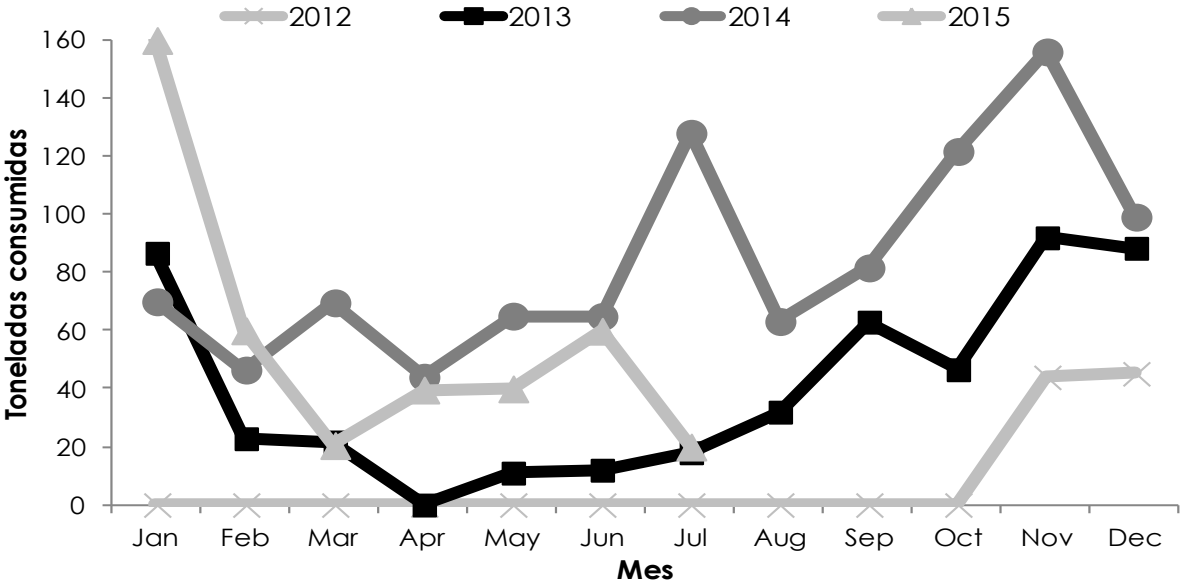


Figura2.1: Consumo del producto A en toneladas por mes durante enero 2012- jul 2015.

Fuente propia

Se conoce que el cliente cuenta con un tanque de 50 toneladas, disponible para este producto, y las entregas a partir del 2014 se han realizado en pipas de 20 toneladas, variando la frecuencia de pedido, en ocasiones dos veces por semana o hasta una vez cada dos semanas.

Adicional a los constantes cambios en la colocación de los pedidos, el cliente cuenta con varias excepciones en nuestros procesos que impactan a más de una de las funciones del OTC. Como lo son excepciones en el proceso de facturación al agregar ciertos códigos específicos del cliente, tiempos de entrega muy reducidos en su planta, no cuentan con un estándar en las órdenes de compra, no respetan los tiempos de entrega acordados en la negociación y el pronostico de consumo es muy variante respecto al consumo real, entre otras.

Estas excepciones se han permitido ya que el cliente se considera "Cliente A", debido a que se encuentra en el TOP 5 de las ventas del negocio. Sin embargo, por buscar satisfacer cada una de las necesidades del cliente se ha perdido el enfoque de una operación eficiente, generando costos extra, retrabajos y un incremento en el capital de trabajo.

Se puede decir que nuestro cliente busca amortiguar la incertidumbre de su demanda en nosotros, generando que tengamos un efecto *push* dentro de nuestras operaciones traducido en un exceso de inventario, costos elevados, tiempos de respuesta muy cortos y una cadena ineficiente. Lo cual buscamos cambiar de forma que, reduciendo la incertidumbre de la demanda, el costo del inventario sea repartido, dando como valor el cumplimiento de las entregas en tiempo y forma, y obteniendo ahorro de costos en el resto de la cadena con una mayor eficiencia.

Si bien ahora parte del inventario se encontrará en las instalaciones del cliente, generando un incremento en sus costos, los beneficios para ambos serán mucho mayores. Hoy en día las empresas deben ver más allá de los costos y enfocarse en el valor agregado que se entrega al cliente. Si bien todo lleva una inversión importante, los resultados obtenidos serán mucho mayores. Por lo que la propuesta de valor que ofrecemos al cliente con esta implementación es un mayor control en sus inventarios, reducir la incertidumbre de las entregas, construir una relación más sólida la cual le permitirá tener una mejor reacción ante los pedidos de sus propios clientes.

Actualmente, las órdenes se ingresan manualmente y de acuerdo a lo comentado previamente ninguna de estas órdenes puede ser considerada con cero toques. Adicional a ello y de acuerdo a datos históricos recolectados, podemos decir que el 50% de las órdenes colocadas sufren cambios de acuerdo al pedido original, mostrado en la tabla 2.1 la distribución de los cambios generados en las órdenes de compra.

Tabla 2.1. Porcentaje de distribución de cambios en las distintas áreas desde 2012. Fuente propia

Función	Descripción de cambio	% de cambios
<b>Cliente</b>	Cambios de fecha requerido por el cliente	51%
<b>Planeación</b>	Disponibilidad de producto	25%
<b>Logística</b>	Retraso en entregas	8%
<b>Comercial</b>	Errores en precio	8%
<b>Crédito</b>	Bloqueos de crédito	6%
<b>Servicio al cliente</b>	Errores al ingreso de la orden	2%

Si bien el histórico de los datos nos muestra que la mayor razón de cambios es debido a requerimientos de nuestro cliente, a lo largo de este año esta razón pasó a ser la segunda con mayor recurrencia, siendo la falta de planeación y disponibilidad de producto la principal causa de cambio a lo largo del año, como lo muestra la figura 2.2.

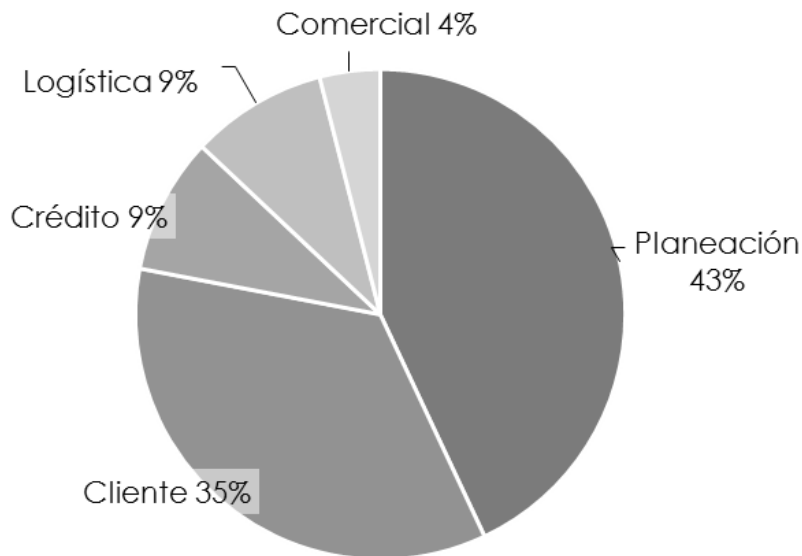


Figura 2.2: Porcentaje de distribución de cambios en las órdenes de ene 2015- jul 2015. Fuente propia

Es por ello que buscamos mejorar las áreas más afectadas y éstas, a su vez, ayudarán a optimizar la cadena completa, considerando desde el ingreso de la orden que sea un proceso automatizado y más productivo.

## 2.4 Situación actual del proceso de Order to Cash

Para poder determinar si la implementación cumplió con nuestros objetivos, es importante contar con la fotografía actual de nuestros procesos y nuestras métricas, previamente definidas, para poder observar un cambio posterior a la implementación, considerando que esta no termina colocando el sensor, sino una vez que nuestros procesos se encuentren alineados para así poder medir el impacto generado.

La tabla 2.2 muestra el acumulado histórico en cada una de las métricas que serán medidas. Ya que las métricas están sujetas al número de órdenes colocadas cada mes, es importante observar una perspectiva más amplia incluyendo toda la información que va del año.

Tabla 2.2. Acumulado histórico de KPI de ene 2012- jul 2015. Fuente propia

<b>Métrica</b>	<b>Histórico</b>
Órdenes con cero toques	0%
Cambios por cliente	51%
Cambios por planeación	25%
Entregas en tiempo –pedido-	82%
Entregas en tiempo –confirmación-	88%

El número de órdenes con cambios está sujeto al número de órdenes ingresadas y a la situación en la que se encuentra la cadena. De acuerdo a lo que se observa en la figura 2.3 y el comportamiento de los cambios en las órdenes, podemos interpretar que durante este año el 23% de las órdenes ingresadas tuvieron uno o más cambios antes de finalizar el proceso de la orden.

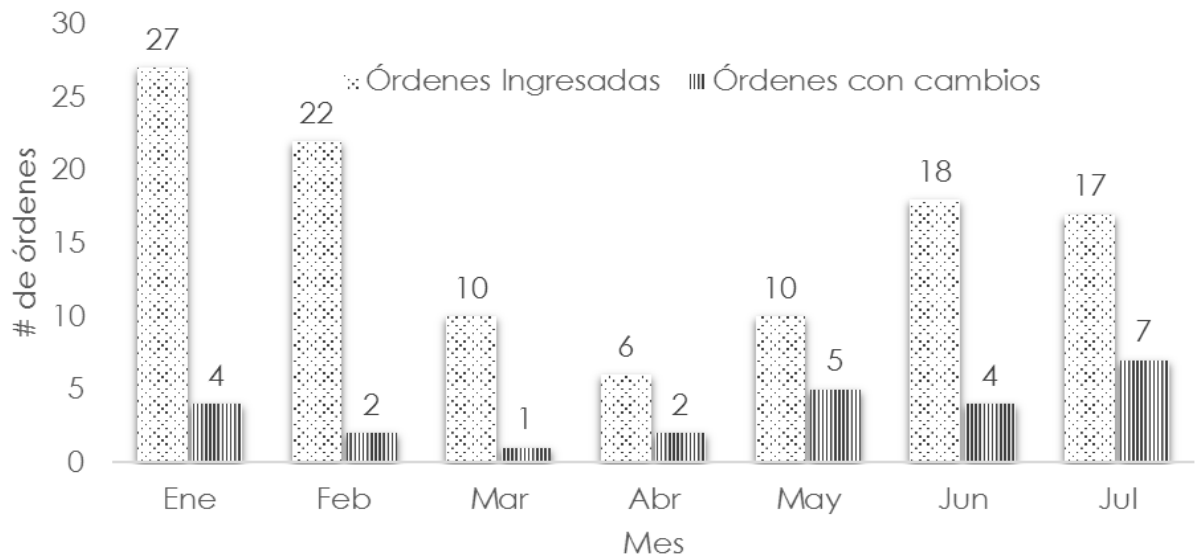


Figura 2.3: Órdenes ingresadas vs órdenes con cambios de ene 2015- jul 2015. Fuente propia

Si bien el comportamiento de cambios y las funciones causantes de los mismos, mostrados en la Figura 2. 4 no es constante o con alguna tendencia, es claro que la cadena en general tiene varios puntos débiles, siendo vulnerable a cualquier cambio.



Figura 2.4: Clasificación de cambios ene 2015- jul 2015. Fuente propia

Otro eslabón importante es el área de logística, la cual es la encargada de asegurarse que el producto se entregue en tiempo y en el lugar indicado por el cliente. Este punto de la cadena es demasiado sensible ya que muchas veces se ve impactado por los cambios que ocurren y constantemente se encuentra en riesgo buscando transporte de último momento, sujeto también a las variables no controlables como el tráfico.

Dentro de las mediciones de logística se encuentran las entregas en tiempo según el pedido y según la confirmación. La diferencia entre ambas métricas es que la primera se refiere estrictamente a lo que el cliente requiere, y la segunda, cuenta con una revisión previa realizada por servicio al cliente; disponibilidad de material, problemas de crédito, entre otras, para poder comprometerse a una fecha de entrega. Ambas métricas son de suma importancia ya que debemos cumplir con los requerimientos de nuestros clientes; sin embargo, es mucho más valorado dejar expectativas claras y prometer cosas que son posibles de cumplir.

Como lo muestra la figura 2.5, cumplir con las expectativas del cliente es complicado. A lo largo del año, se tiene un promedio de 86% de entregas en tiempo. Gran parte de la variabilidad de estos números se puede ver como el impacto de los cambios constantes que se tienen mostrados en las gráficas anteriores. De igual forma se puede observar que el comportamiento respecto a la confirmación al cliente es ligeramente más alto y constante, promedio de 88%, ya que no se confirma una fecha a los clientes hasta que se tenga la certeza que se puede cumplir con esos tiempos.

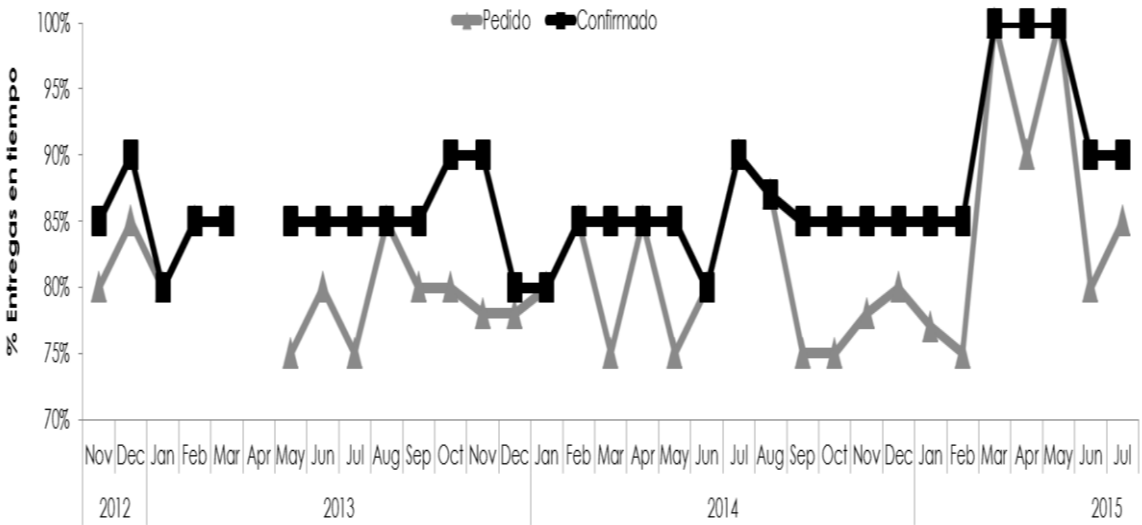


Figura 2.5: Porcentaje de entregas en tiempo ene 2012-jul 2015. Fuente propia

## **Capítulo III: Marco teórico**

### **3.1 Enfoque sistémico**

El enfoque sistémico es una teoría diseñada a finales de los años 40 por el alemán Ludwig von Bertalanffy, la cual se basa en tres principios que pueden ser aplicables a cualquier disciplina. Dicha teoría menciona que todo forma parte de un fenómeno mayor y la visión debe estar orientada hacia el todo como un sistema. Dicho sistema busca unir e integrar las partes y por último, busca el logro del objetivo final del sistema y no de las partes que lo conforman.

“Un sistema es un conjunto de elementos que guardan una relación dinámica entre sí que llevan a cabo una actividad que busca alcanzar un objetivo” (Chiavenato Idalberto, 2014, p.308). Es por ello que es importante determinar el objetivo en común para que cada una de sus partes trabaje en función de éste. La teoría sistémica también menciona que cada sistema tiene subsistemas, es decir, cada función es un sistema en sí mismo con partes que lo conforman y un objetivo en común. Por este motivo es fácil que las partes del sistema mayor desvíen sus actividades para cumplir su objetivo de función y no el objetivo del sistema mayor.

Esta teoría es la que mejor representa el funcionamiento de la cadena ya que cada decisión tomada y acción ejecutada impacta, unas ocasiones más que otras, el funcionamiento del resto de los eslabones. Es importante se mantenga en mente las características de esta teoría que son la base para integrar la cadena OTC y lograr mejorar la eficiencia de la misma.

### **3.2 Inventarios**

El inventario es considerado como “acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, trabajo en proceso y productos terminados que aparecen en numerosos puntos a lo largo del canal de producción” (Ballou Ronald, 2004, p.327). Existen distintos tipos de inventario, que al tener escases o exceso de alguno se traduce en un impacto para la eficiencia de la cadena.

Dentro de las empresas el inventario tiene distintos significados dependiendo de la perspectiva de la función en que sea analizado. Para el área de finanzas, el

inventario significa dinero no productivo parado en el almacén y costos extra. Para el área de ventas significa la solución perfecta para siempre tener producto disponible para sus clientes aun en épocas de escases o crisis. El área de compras puede llegar a obtener grandes descuentos por la materia prima, comprando a grandes volúmenes y asegurar que el área de producción no pare su línea por escases de materia prima. Sin embargo si el almacén está saturado de inventario de producto terminado no habrá espacio para la materia prima, ocasionando un efecto dominó en los problemas de cadena.

Nahmias Steven (2014) en el libro "Análisis de la producción y las operaciones" enlistan siete motivos o justificaciones para tener inventario, dentro de los cuáles se consideran dos más relevantes para este caso. La incertidumbre de compra del cliente y los tiempos de entrega del proveedor los cuáles te obligan a mantener cierto "colchón" para evitar desabastecimiento. La segunda es la suavización, la cual se refiere a los cambios imprevistos en el comportamiento de consumo donde se produce y almacena inventario para prevenir un pico en la demanda que no se pueda cubrir. Steven también considera las economías de escala, la especulación, el transporte, la logística y los costos de control como razones importantes para justificar el inventario.

Es en este punto donde se debe definir la estrategia del sistema respecto a los inventarios, para evitar que las áreas involucradas, por buscar cumplir sus objetivos, vayan en contra del objetivo en común. Por ello la gestión de inventarios en base a los objetivos de la cadena o sistema es clave para poder mantener el sistema en equilibrio.

### **3.3 Punto de reorden**

Para poder mantener una correcta gestión de inventarios y el sistema en equilibrio es importante tener los inventarios controlados, conociendo el máximo, el mínimo y el punto de reorden adecuado para no tener exceso de inventarios, no tener escases para la producción o venta y mantener los costos controlados. La correcta gestión se basa en cuánto y cuándo pedir, por lo que esta teoría de gestión de inventarios es la que se considera más adecuada para que con la

ayuda de la visibilidad que se busca obtener mediante la tecnología se logre mantener un equilibrio de las cantidades a pedir y los tiempos.

Ballou Ronald (2004) en el libro "Logística. Administración de la cadena de suministro", describe al punto de reorden como al punto justo en el que se debe colocar una nueva orden de compra, considerando la incertidumbre de los tiempos de entrega para que el material llegue a tiempo y no se sufra de una falta de inventario; es decir, cuándo pedir. La cantidad de pedido se refiere a cuánto se debe pedir para poder satisfacer la demanda. Esta cantidad se debe ir ajustando constantemente de acuerdo las necesidades de la misma.

Así mismo Ballou calcula el punto de reorden mediante la ecuación 3.1:

$$ROP = d_{TE} + z(s_d\sqrt{TE}) \quad (3.1)$$

Dónde:

$ROP$  = Punto de Reorden

$d$  = pronóstico de demanda semanal

$TE$  = tiempo total de reaprovisionamiento

$z$  = distribución normal

$s_d$  = desviación estándar

### **3.4 Ofertas de mercado para la automatización de pedidos de órdenes de compra**

Existen distintas ofertas tecnológicas que dentro de las distintas industrias de mercado se han ido utilizando e implementando de acuerdo a las necesidades del mercado y de la propia industria. La mejor opción o la más adecuada, es la que mejor se adapte a las necesidades del mercado. Actualmente se utilizan algunas de las tecnologías que se utilizan en el mercado; sin embargo, al evaluar los efectos secundarios del uso de las herramientas, hemos identificado que las herramientas actuales en algunos modelos de negocio no son las más adecuadas o las más eficientes.

## EDI

Conocido así por su nombre en inglés (Electronic Data Interchange, Intercambio Electrónico de información), se refiere al intercambio de computadora a computadora basado en un formato estándar de información. Los puntos principales a considerar en esta herramienta son:

- **Transmisión entre computadoras:** la información se transmite directamente al sistema de ingreso de órdenes del vendedor; es decir, por medio de un correo electrónico enviado a una plataforma externa se traduce la información de la orden de compra y se registra directamente en el sistema del vendedor.
- **Formato Estándar:** es necesario contar con un formato estándar en la orden de compra, ya que se traduce la información de acuerdo a las características de la orden preestablecidas para que se puedan comunicar entre sí. Al ser computadoras las que se comunican, cualquier mínimo cambio en dicho formato puede generar un impacto negativo ya que las órdenes no se registran en el sistema y requieren de su ingreso manual.

La herramienta requiere de ciertos ajustes tanto en la orden de compra emitida por el comprador como en el sistema del vendedor. De igual forma cualquier cambio respecto a la demanda no se puede predecir y se requiere del equipo de servicio al cliente para poder realizar los cambios requeridos por los clientes.

“El uso de EDI reduce el proceso OTC por más de un 20%, mejorando la relación y transacciones entre los socios de negocio (comprador y vendedor). De igual forma menciona que la automatización de la información ayuda a acortar plazos de entrega y procesamientos de pedido haciendo que se puedan reducir los niveles de inventario” (Open Text, 2015, What is EDI (Electronic Data Interchange)?- [www.edibasics.com](http://www.edibasics.com)).

Enfatizando en este último punto, donde se menciona la mejora que se realiza en la cadena de suministro, la reducción de tiempos de entrega y reducción en niveles de inventario, no considero sea un impacto real; ya que depende de la

información que proporcione el cliente; es decir, el proceso se detona a partir de la información compartida, nueva o cambios, la cual sigue siendo muy variable generando ineficiencias dentro del proceso, restricciones para la operación y cambios constantes.

Existen varios tipos de EDI, dependiendo en la complejidad de los ajustes, tipos de sistemas, frecuencia de transacciones, entre otras.

- a) EDI Directo Punto a Punto:** es recomendable para volúmenes altos y transacciones frecuentes.
  
- b) EDI Network:** establece sólo una conexión mediante un proveedor externo. Se basa en asignar un correo electrónico dedicado y monitoreado para que sean enviadas las órdenes de compra.
  
- c) EDI Web:** se crea un portal donde el comprador puede ingresar y hacer su pedido y facilita el ingreso de los mismos. Es una herramienta práctica, fácil de utilizar, bastante amigable y únicamente se requiere acceso a internet para poder realizar los pedidos.

## RFID

Nombrada así por sus siglas en inglés (Radio Frequency Identification), es una tecnología de captura e intercambio de datos de forma automática e inalámbrica. Funciona a base de etiquetas o tags colocados en las unidades de producto, las cuales contienen una antena que transmite la información de éste al lector, que a su vez es transferida al sistema de información.

Es una tecnología muy similar a los códigos de barra, sin embargo tienen varias diferencias que hacen a las etiquetas más atractivas en algunos casos. Son más durables, se adaptan a casi todo tipo de producto, pueden ser dispositivos de lectura o escritura, se pueden leer varias unidades a la vez sin necesidad de una lectura directa y a una gran velocidad. Existen algunas desventajas en esta tecnología como la instalación de lectores para el registro de información, así mismo se requiere la codificación, impresión y colocación de etiqueta por unidad

de producto. Al requerir de la colocación de etiquetas en el producto, limita su uso a productos empacados.

Esta tecnología proporciona visibilidad en tiempo real del comportamiento de la demanda respecto al flujo de entrada y salida del producto, sin embargo existe la posibilidad de que ingrese y salga producto del almacén que no sea registrado por la falta de etiquetas. Lo que puede generar cierta variabilidad respecto a la cantidad registrada en sistema y la real en el almacén.

### Telemetría

La telemetría es una herramienta que ayuda a la medición y recopilación de información en lugares remotos. Consiste de un transductor como un dispositivo de entrada, un medio de transmisión, dispositivos de procesamiento de señales, y dispositivos de registro de datos. Existen muchas aplicaciones de la telemetría, sin embargo, para el objeto de estudio de este caso se enfoca en la medición del volumen de producto a granel que se tiene en los tanques de cliente.

Ayuda a determinar las necesidades de reabastecimiento y cambios bruscos en la demanda. Se requiere el uso de un sensor, el cual es colocado dentro del tanque de abastecimiento para realizar las mediciones de los niveles de inventarios.

La transmisión de información por este medio ayuda a reducir o eliminar los errores humanos al ingreso de las órdenes y, lo más importante, asegurar que se entregue la cantidad correcta de producto, en el momento correcto y de la forma correcta; ayudando a tener una cadena de suministro integrada, con mayor productividad y eficiencia, reducción de costos y mayor satisfacción con nuestros clientes.

Para asegurar un buen funcionamiento de la telemetría, se deben considerar tres etapas y sus requerimientos para asegurar una correcta implementación:

La primera consiste en la recolección de información, la cual está formada por los sensores de medición, el parámetro a medir y la interface electrónica. El segundo elemento importante a considerar es el medio de comunicación para que la información pueda llegar, traducirse y utilizarse en el sistema o medio indicado.

Por último debemos considerar el sistema de notificaciones y almacenamiento de la información para poder interpretarla y registrarla en los sistemas o software adecuados.

### **3.5 Comparación de tecnologías**

La mejor opción o elección es la que más se adapte a las necesidades de la compañía y a su vez cumpla con los requerimientos de los clientes, por lo que es indispensable tener un entendimiento de la problemática, las necesidades del vendedor y comprador, así como de la respuesta esperada para poder determinar cuál es la mejor opción. Así mismo se deben conocer las distintas herramientas, sus similitudes pero más importante sus diferencias, capacidades y alcance ya que estos tres puntos serán la diferencia en la toma de decisiones, mostrado en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Comparación entre las distintas ofertas de tecnología con sus pros y sus contras.

Fuente propia

Herramienta	Pros	Contras
EDI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a automatizar el ingreso de órdenes.</li> <li>• Servicio dedicado y adecuado a las necesidades de la empresa y sus clientes.</li> <li>• Es de uso fácil y amigable para los compradores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere de un proveedor que integre y traduzca los distintos protocolos de comunicación.</li> <li>• No cubre la incertidumbre de mala planeación del cliente.</li> </ul>
RFID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede leer gran cantidad de productos a una velocidad alta.</li> <li>• No requiere la lectura directa de las etiquetas.</li> <li>• Ayuda a mejorar la visibilidad en tiempo real sobre el inventario en el almacén del cliente.</li> <li>• Medición y envío de información en tiempo real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere la codificación, impresión y colocación de etiquetas por unidad de producto.</li> <li>• No se tiene 100% certeza de la cantidad de producto en el almacén.</li> <li>• No es funcional para productos a granel.</li> <li>• Adicional a las etiquetas requiere la instalación de lectores de información.</li> <li>• Tecnología enfocada en la captura de datos.</li> </ul>
Telemetría	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a entender y planear cambios de demanda del cliente para resurtir producto de acuerdo a sus necesidades.</li> <li>• Cubre distintos puntos de la cadena que ayudan a optimizar los procesos.</li> <li>• Aseguras ventas de acuerdo al volumen del tanque.</li> <li>• Medición y envió de información en tiempo real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere una herramienta de comercio electrónico para establecer comunicación con el sistema del vendedor.</li> <li>• Se requiere darle mantenimiento al equipo.</li> <li>• No es funcional para productos empacados.</li> </ul>

La necesidad específica con este cliente y producto es mejorar la incertidumbre respecto a la colocación de los pedidos, para ofrecer soluciones en tiempo y forma, reducir retrabajos en nuestros procesos, incrementar las ventas y la satisfacción al cliente. Por ello se eligió la telemetría como la tecnología que mejor se adecua a nuestras necesidades, combinándola con el EDI que actualmente utilizamos, de manera que los pedidos se ingresen directamente en nuestro sistema.

## Capítulo IV: Definición de la metodología

Dado que los resultados del análisis de la empresa arrojaron un comportamiento de ventas sin estacionalidad, cambios constante requeridos por el cliente, mala visibilidad y comunicación tanto dentro como fuera de la cadena, se desarrolló la metodología mostrada en la figura 4.1, la cuál propone una solución para cualquier empresa con un comportamiento similar.

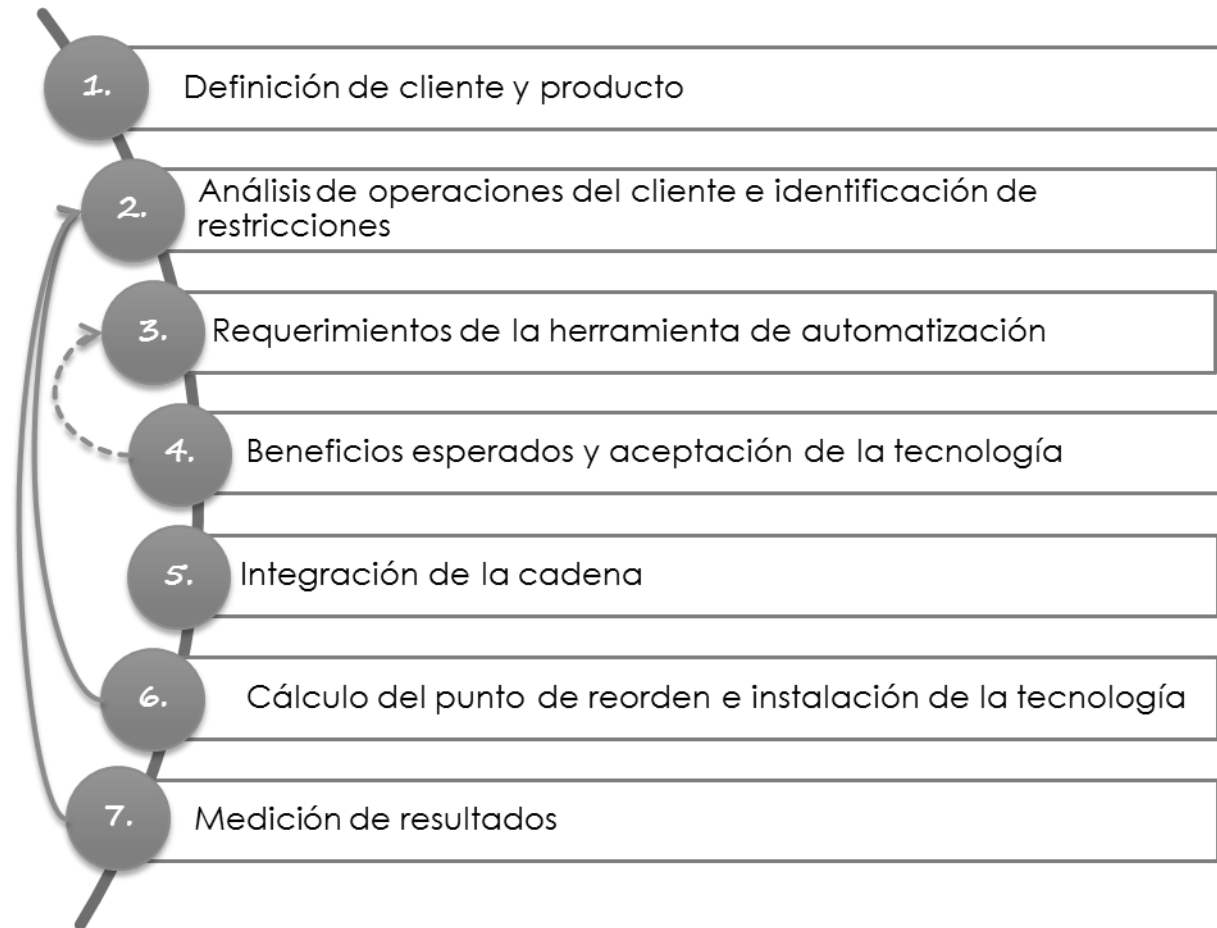


Figura 4.1 Metodología propuesta. Fuente propia

### 4.1 Definición de cliente y producto

No todos los clientes ni sus productos tienen el mismo comportamiento de consumo. Cada cliente y producto tiene distintos requerimientos y especificaciones que buscan cumplir y que se adecuen a su forma de trabajo. Sin embargo, nosotros como proveedores no podemos ajustarnos al 100% a los requerimientos del cliente; debemos buscar un punto medio donde nuestra operación se mantenga eficiente y rentable y a su vez obtengamos la satisfacción de nuestros clientes, cumpliendo con los requerimientos que están dispuestos a pagar.

Se debe evaluar cada caso de cliente y producto en particular para poder definir si son candidatos o no para la implementación; sin embargo, es importante que cuenten con ciertas características para determinar si la implementación podría o no tener éxito. Este primer filtro reduce la cantidad de clientes y productos que puedan llegar a ser implementados por este medio.

**4.1.1 Cliente A:** el negocio debe estar dispuesto a invertir tiempo y recursos en este cliente. Por lo que debe ser un cliente con una relación estrecha, volúmenes de compra altos o con proyecciones de crecimiento altas e interesados en la innovación y desarrollo de tecnología. Este punto es importante ya que debe estar dispuesto a compartir información sobre sus consumos, y permitirnos entrar a su área de planeación y producción para establecer una buena y continua comunicación.

**4.1.2 Producto:** debe ser consumido a granel y el cliente debe contar con tanques con un mínimo de capacidad de 20 toneladas. No existen restricciones del tipo de producto respecto a sus especificaciones de calidad ni de sus propiedades. Alrededor del 25% de nuestros productos pueden implementarse siempre y cuando cumplan con el resto de las especificaciones.

**4.1.3 Comportamiento del consumo:** debe ser un consumo frecuente para poder justificar el costo de la implementación. Si bien la cantidad o frecuencia será determinada por la misma herramienta, debe tener un historial de dos años con consumos de frecuencia mensual.

**4.1.4 Excepciones:** es importante identificar, conocer y tener claras todas y cada una de las excepciones del cliente y del producto para determinar si serán una limitante para la implementación, como lo son:

- Órdenes de compra no estándar
- Ingreso a una plataforma del cliente para descargar las órdenes de compra
- Pago de facturas a destiempo
- Requerimiento de una cita para realizar la entrega

## 4.2 Análisis de operaciones del cliente e identificación de restricciones

Una vez que se haya reducido el número de clientes y productos posibles a implementar se debe conocer un panorama más amplio para conocer las restricciones de la operación y con ellas determinar si es candidata. Dicho análisis se debe hacer mediante los siguientes pasos:

**4.2.1 Análisis histórico:** se debe hacer un análisis histórico de la operación basadas en las siguientes métricas las cuáles ayudarán a determinar las restricciones.

- I. Órdenes con cero toques
- II. Cambios en las órdenes
- III. Entregas en tiempo
- IV. Disponibilidad de producto

**4.2.2 Generación de reportes:** la recomendación es que los reportes que se extraigan sean mínimo de dos años en adelante; esto con el objetivo de identificar si este comportamiento es constante, si inició desde que se estableció relación con el cliente o si es reciente y fue causado por algún caso particular o durante un tiempo puntual.

**4.2.3 Principales restricciones:** las principales métricas a identificar son órdenes con cero toques y cambios en las órdenes. Los cambios realizados en las órdenes deben ser principalmente por causa del cliente y planeación para poder pensar en implementar la telemetría. Las restricciones mencionadas a continuación del inciso a. al c. son restricciones convenientes para implementar; sin embargo, de la d. a la f. son restricciones que se deben evaluar antes de implementar ya que pueden ocasionar futuros retrabajos no deseados.

- a) **Cliente:** mayor porcentaje de cambios relacionado a requerimientos de los clientes
- b) **Planeación/ Planta:** cambios por parte del área de planeación de carga de producto mostrando un alto porcentaje.

- c) **Logística:** porcentaje de entregas en tiempo menor al 90%
- d) **Cuentas por cobrar:** En caso de que el cliente tenga malos hábitos de pago, no es recomendable realizar la implementación ya que estarán constantemente detenidos por crédito y la operación no será eficiente.
- e) **Bloqueos de crédito:** un alto porcentaje de bloques de crédito puede dificultar la operación, por lo que se recomienda revisar status de la línea de crédito.
- f) **Producto:** si el producto se entrega por unidades (SKUs), no se recomienda implementar ya que se requieren de tecnologías adicionales para que funcione.

### **4.3 Requerimientos de la herramienta de automatización**

La telemetría cubre la necesidad de mejorar la visibilidad del producto en las instalaciones de los clientes y así lograr un impacto positivo en las ventas. Sin embargo, existen tres puntos clave que se deben considerar para una exitosa implementación.

**4.3.1 Herramientas adicionales:** para automatizar el ingreso de las órdenes se requieren de herramientas adicionales que comuniquen la telemetría con el ERP de las órdenes de compra y así asegura un mejor flujo dentro de la cadena. En caso de no buscar la automatización del ingreso de órdenes no se requieren de herramientas adicionales a la telemetría.

**4.3.2 Inversión:** el costo de la telemetría consta del pago del mantenimiento mensual, el cual depende del número de tanques que se implementen. Para evaluar si es conveniente la inversión se debe realizar un análisis costo beneficio mediante un pronóstico de ventas vs el costo del mantenimiento. Este costo puede ser absorbido por el negocio, por el cliente o por ambos; dependiendo de la negociación a la que se llegue con el cliente.

**4.3.3 Tiempos de implementación:** para asegurar el funcionamiento de la herramienta se deben realizar periodos de prueba tanto virtuales como

reales para evitar el desabasto de producto. Las pruebas virtuales se realizan únicamente en el sistema ERP sin impactar el inventario real para comprobar se tiene una comunicación estable entre la telemetría y el ERP. Las pruebas reales se realizan impactando directamente el inventario para asegurar que tanto el cálculo del punto de reorden como el funcionamiento del sensor son correctos. Para este periodo de prueba se recomienda tener inventario de backup preparado para cualquier imprevisto.

#### **4.4. Beneficios esperados y aceptación de la tecnología**

Los beneficios y niveles de cambio pueden variar de acuerdo a la situación actual de la operación y características de cada cliente y producto; sin embargo, se han identificado distintos beneficios claros que se pueden obtener al tener una implementación exitosa, los cuáles se pueden utilizar para hacer la negociación y convencer al cliente de que la implementación es una excelente opción, siempre y cuando se haya realizado el análisis previo y el cliente y producto sean candidatos para la implementación.

**4.4.1 Control de tanques de almacenamiento:** al monitorear constantemente los niveles de inventario permite tener un mayor control en los tanques. Conocer y tener la visibilidad de la cantidad de producto que se tiene al día permite tomar mejores decisiones, generando beneficios tanto para el cliente como para el proveedor. El cliente se beneficia al tener un mejor manejo de sus activos, reduce la incertidumbre de la disponibilidad de producto con la que cuenta, y le ayuda a tener una mejor planeación de la producción. Para el proveedor, conocer el comportamiento directo del tanque es información que no se consigue de forma fácil y que es de gran ayuda para poder amortiguar la variabilidad de la demanda.

**4.4.2 Control de los procesos de producción:** al tener un mejor control respecto a la cantidad de producto disponible en los tanques, ayuda al área de producción a tener mayor certeza sobre la capacidad de producción. De igual forma, el proveedor al reducir la incertidumbre sobre la demanda del cliente, puede tener mayor detalle de la cantidad y tiempo requerido para

el próximo pedido, con la finalidad de prevenir retrasos en las entregas finales y estar mejor preparados.

**4.4.3 Ventas:** al monitorear constantemente los niveles de inventarios se asegura el *share of market* dentro de los tanques con la posibilidad de incrementar las ventas. Así mismo, al mejorar la capacidad de reacción con los pedidos de los clientes aumenta el nivel de servicio traduciéndose en un incremento en ventas.

**4.4.4 Automatización:** tanto el proceso de pedido, la planeación y el ingreso de las órdenes se realizan de forma automática. Si bien no se puede depender al 100% de las máquinas, sí reduce en un gran porcentaje el tiempo invertido en estas actividades, los errores humanos, el tiempo de respuesta y estandariza la operación haciéndola más eficiente. Cada orden ingresada de forma automática reduce de 5 a 10 minutos por orden el proceso de ingreso y reduce 24 horas el periodo de confirmación al cliente. La mayoría de nuestros clientes, el 70%, ya utilizan algunas de las herramientas de automatización con las que contamos, por lo que el impacto en este punto en específico es menor, siendo el 5% de clientes que se verán beneficiados por la implementación de esta herramienta.

**4.4.5 Nivel de servicio:** la reducción de incertidumbre, variabilidad y cambios en los pedidos permiten ofrecer un mejor servicio al cliente, prometiendo cosas que son posibles de cumplir y por consecuencia el cliente aumenta su satisfacción al poder confiar en lo que se le promete. Para el cliente es de suma importancia confiar en sus proveedores y tener la certeza de siempre contar con producto disponible en el momento y de la forma en que ellos quieren, por lo que están dispuestos a pagar y tener una relación más estrecha para poder asegurar la continuidad de su producción. Es por ello que tener una mayor certeza en las entregas, mejorar su proceso de planeación de pedidos y ofrecer servicios diferenciados, mejora tanto el nivel de servicio, como la percepción del cliente con una relación más estrecha y confiable.

**4.4.6 Eficiencia y eficacia en la cadena:** tanto la automatización como la reducción de los cambios ayudan a tener una mayor eficiencia y funcionamiento de la cadena. La implementación también ayuda a conocer las necesidades y requerimientos de cada eslabón de la cadena para poder comunicarlos y estar alineados al sistema, lo cual permite una mejor y más rápida respuesta, cumpliendo cada una con sus objetivos individuales y por ende, con los objetivos de la cadena. Si bien el alineamiento de la cadena no es fácil, mostrar el impacto que genera cada una de las decisiones tomadas de forma individual ayuda a tener un mejor entendimiento y buscar la forma de trabajar en conjunto para todas las áreas verse beneficiadas.

**4.4.7 Productividad:** cada uno de los recursos dedicados actualmente a corregir los errores y dar solución a las necesidades de los clientes se verán beneficiados ya que el tiempo que deberán invertir se reducirá en gran cantidad. Las actividades las realizarán en menor tiempo y el tiempo restante lo pueden dedicar a una un servicio más especializado a los clientes; buscar actividades de valor agregado; trabajar en oportunidades y proyectos de mejora o manejar una mayor cantidad de clientes. Alrededor del 35% de nuestras órdenes se verán beneficiadas ya que se reducirá gran parte del retrabajo generado por falta de visibilidad y constantes cambios por parte del cliente.

**4.4.8 Costos:** como se mencionó previamente, todas las ineficiencias tienen costos asociados ya que son tiempo y recursos dedicados a corregir los errores que se presentan.

**4.4.9 Capital de trabajo:** llegando a niveles macro de análisis sobre los beneficios que se pueden obtener, el costo de capital también se ve beneficiado pero a largo plazo. El incremento en ventas, la optimización de los inventarios así como la utilización de los recursos para realizar las mismas actividades en menor tiempo o realizar más actividades en el mismo tiempo dan como resultado una aceleración en el ciclo operativo y por consecuencia una generación más rápida de dinero a largo plazo

mejorando así el capital de trabajo y cumpliendo una de las principales metas de toda compañía; hacer más dinero con menor esfuerzo.

La mayoría de los beneficios se pueden observar de forma inmediata a la implementación una vez se haya alcanzado el nivel de estabilidad; sin embargo, los puntos siete, ocho y nueve tienen un resultado a mediano y largo plazo.

En caso de que los indicadores muestren que las principales ineficiencias se encuentran en alguna otra métrica o que los cambios sean asignados a otras funciones, no serán buenos candidatos. Primero se deberá definir un proyecto de mejora para eliminar las principales restricciones y cuando los indicadores se hayan modificado y los cambios del cliente sean la principal razón de modificaciones e ineficiencias en la cadena, entonces podrán ser candidatos para la implementación de la telemetría.

Para poder hacer la implementación, primero se debe tener el consentimiento del negocio y de los clientes, ya que si alguna de estas dos partes no está de acuerdo en realizarla (principalmente el cliente), todos los esfuerzos serán inútiles; y para lograrlo es importante mencionarles todos los beneficios que se pueden obtener.

#### **4.5 Integración de la cadena**

De forma paralela en la que se realiza la implementación y las pruebas, se debe buscar alinear la cadena para asegurar una comunicación efectiva, un flujo continuo y el éxito de la implementación. Para lograr una alineación completa se debe conocer y entender los requerimientos mínimos de cada función para poder estar alineados y tomar acciones en los siguientes aspectos de las funciones:

**4.5.1 Cliente:** debe proporcionar acceso a sus instalaciones, información sensible sobre los cambios en la demanda y el plan de crecimiento para que en conjunto se desarrolle una estrategia de suministro. De igual forma debe conocer los tiempos de respuesta y las capacidades de suministro para en

caso de existir algún cambio o error en la medición del sensor se pueda responder en tiempo.

- 4.5.2 Comercial:** la negociación y acuerdos que realicen es clave para los ajustes de la implementación y requerimientos de las funciones. El área comercial debe conocer perfectamente las capacidades de suministro para no prometer cosas que no se puedan cumplir. Debe comunicar al cliente las pequeñas variaciones que pueda tener el sensor para que el cliente y el equipo de servicio al cliente tomen precauciones. En conjunto con el equipo de servicio al cliente deben realizar un mapeo de las necesidades de la cadena y los cambios que se deberán realizar; sin embargo, comercial es el responsable de comunicar a las áreas los cambios y asegurarse que se realicen.
- 4.5.3 Servicio al cliente:** son el vínculo entre el proveedor de la telemetría, el cliente y la cadena, por lo que deben mantener una comunicación constante y fluida. Dentro del mapeo en conjunto con comercial, deben asistir con cada una de las funciones y conocer sus capacidades y requerimientos que se describen dentro de cada una de las funciones.
- 4.5.4 Planeación:** deben proporcionar la capacidad de producción de los productos implementados; el tiempo de respuesta en caso de requerir mayor cantidad de producto; deben mantener el sistema siempre actualizado con las cantidades correctas de inventario para evitar cambios por falta de información.
- 4.5.5 Crédito:** debe realizar una revisión a la línea de crédito con la nueva información de tiempos y cantidad de pedido para que en caso de ser requerido, ajustar la línea de crédito y evitar futuros bloqueos. Ya que la línea se otorga al cliente como entidad completa y no por producto, debe tener la información del resto de los productos y su comportamiento de compra para amortiguar las variaciones y poder otorgar la línea de crédito correcta.

- 4.5.6 Seguridad e higiene:** en caso de existir un cambio de la forma de suministro (de empaçado a pipas) deben asegurarse el cliente y la planta cuenten con el equipo adecuado para realizar las cargas y descargas de producto. De igual forma, en caso de que el producto tenga especificaciones de manejo deben comunicarla a toda la cadena para tomar las medidas adecuadas. Sin embargo, como no es una introducción de producto nuevo el proceso es mucho más sencillo ya que sólo es asegurarse que las medidas que ya se toman se sigan llevando a cabo para mantener los estándares de calidad y seguridad.
- 4.5.7 Logística:** el área de logística es clave ya que impacta directamente el servicio y las entregas. Debe compartir la capacidad y tiempos de transporte, así como los tiempos de carga y descarga.
- 4.5.8 Facturación:** el área de facturación no sufre mayores cambios ya que los ajustes de envío de facturas automáticas los realiza el área de servicio al cliente y la información de la factura sale de acuerdo a la información de la orden.
- 4.5.9 Cuentas por cobrar:** el área de cuentas por cobrar sí debe estar en constante comunicación con el cliente, comercial y crédito, ya que para que no existan bloqueos de crédito se deben asegurar que el pago de facturas estén al corriente. Existen casos de clientes que pagan con determinada periodicidad por lo que esta información la debe ingresar cuentas por cobrar dentro del sistema para que la línea de crédito no se bloquee por facturas vencidas. Este acuerdo se debe realizar con el cliente para conocer su programación de pago y con comercial para entender si se aceptará algún cambio en el comportamiento de pagos. Este punto puede ser muy sensible ya que si no se llega a una buena coordinación y entra una orden nueva, el tiempo de respuesta será muy justo para poder cumplir con la entrega.

Para mantener una cadena integrada la comunicación es fundamental para poder entender las necesidades del eslabón anterior y el siguiente; conocer las razones y causas raíz de las decisiones que se toman para diseñar una estrategia

operativa en conjunto. Por lo que cada cambio requerido, ajuste o variación en la operación debe comunicarse a las áreas impactadas para en conjunto buscar una solución y poder responder de la mejor forma posible.

## **4.6 Cálculo del punto de reorden e instalación de la tecnología**

Una vez que se tenga la aceptación tanto interna como externa y se conozcan las necesidades de las funciones, se deben realizar los cálculos del punto de reorden el cual será el indicador del ingreso de las nuevas órdenes. Para ello es importante conocer los detalles de la operación y la incertidumbre del sensor.

### **4.6.1 Incertidumbre en la medición**

Al conocer los grados de incertidumbre y confiabilidad del nivel de inventario, medido por los sensores, podremos tener una mayor claridad respecto a las capacidades de servicio que se ofrece. El sensor está programado para enviar una señal a nuestro sistema, la cual se codificará y permitirá el ingreso de la orden de forma automática. La señal enviada por el sensor está determinada por el nivel de inventario existente en el tanque y dicha medición tiene cierta variabilidad derivada de dos factores importantes. El primero es la incertidumbre o variabilidad en sí misma del sensor y el segundo, el cálculo determinado para la programación del nivel requerido para establecer el punto de reorden.

- a) **Cálculo del punto de reorden sin incertidumbre del sensor:** considerando los supuestos de una demanda poco certera con un consumo irregular se requiere determinar por medio de cálculos estadísticos el punto de reorden y su desviación.

Para ellos se debe conocer el tipo de comportamiento de la demanda. Como mencionan Montgomery, D y Runger. G (2010, Probabilidad y Estadística aplicadas a la ingeniería), la muestra de una población con distribución de probabilidad desconocida seguirá siendo aproximadamente normal con media  $\mu$  y varianza  $\sigma^2/n$  si  $n$  es grande ( $n > 30$ ), y si  $n < 30$  el teorema del límite central funcionará si la distribución no se aparta significativamente de la distribución normal.

Para facilitar el análisis del comportamiento de la demanda se agruparon los datos en clases para generar un histograma como lo muestran la tabla 4.1 y figura 4.2 y así conocer si la distribución se acerca o no a una distribución normal.

Tabla 4.1 Agrupación de clases de la demanda. Fuente propia

Clase (Pipas/ mes)	Frecuencia
0-1	5
2-3	7
4-5	9
6-7	6
7-9	3
10 en adelante	2

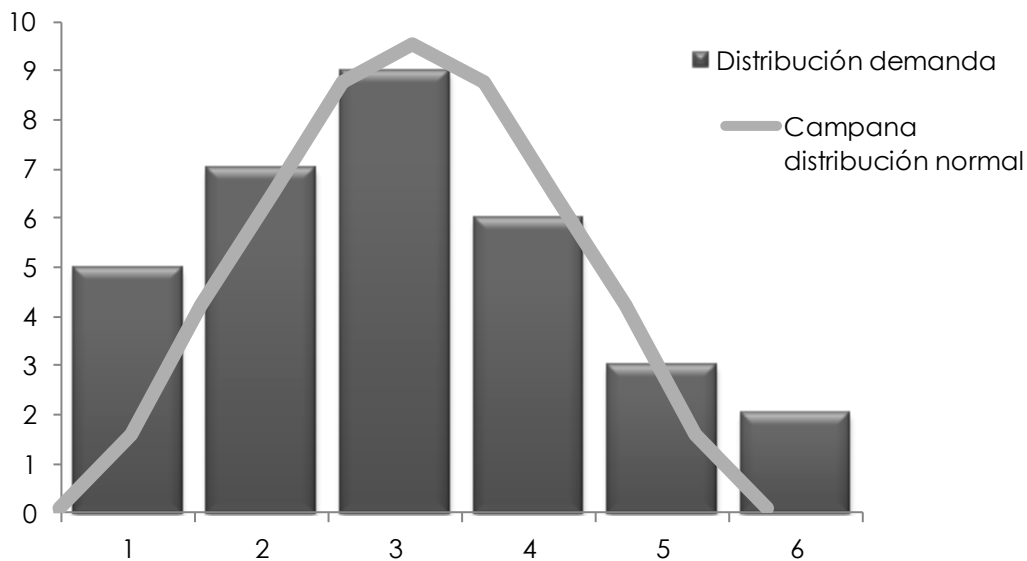


Figura 4.2 Histograma de distribución de la demanda. Fuente propia

La figura 4.2 muestra que la distribución de la demanda no se aparta significativamente de la distribución normal por lo que al tener pocos datos se justifica utilizar la distribución  $\tau$  para los cálculos del punto de reorden.

Utilizando la fórmula 3.1, consideramos los siguientes datos para el cálculo del punto de reorden. Sustitución de datos en ecuación 3.1:

$$ROP = 20 * 1 + 1.6820(8.7 * \sqrt{1}) = 34.6 \text{ toneladas}$$

- Comportamiento estándar de demanda 20 toneladas/semanales
- Tiempo de respuesta promedio 5 días hábiles → 1 semana
- Desviación estándar = 8.7 toneladas
- Distribución  $\tau = 1.6820$  con 42 grados de libertad obtenido de tablas T

Se obtiene como resultado el punto de reorden a los 34.6 toneladas del tanque.

La falta de precisión en un equipo de medición, la variabilidad en los factores a medir y la aproximación de los datos generan variaciones a las cuales podemos llamar "incertidumbre". Conocer dicha incertidumbre es vital ya que ayuda a tener aproximaciones más certeras.

- b) **Cálculo del punto de reorden con la variabilidad del sensor:** Considerando los posibles errores de medición que el sensor pueda generar debido a distintos factores como humedad, movimiento del producto, temperatura y presión dentro del tanque, debemos calcular la posible variabilidad de las mediciones del sensor. Como lo menciona el JCGM- Joint Committee for Guides in Metrology – ISO (2008, Evaluation of measurement data) la ecuación 4.1 y 4.2 ayudan a considerar dicha variabilidad del sensor.

$$Y = Y_c \pm I \quad (4.1)$$

Dónde:

$Y$  = variabilidad de medición del sensor

$Y_c$  = valor medio → punto de reorden

$I$  = intervalo de desviación

$$I = \pm k * U \quad (4.2)$$

Dónde:

$k$  = factor de incertidumbre obtenido de tablas de acuerdo al nivel de confiabilidad.

$U$  = desviación estándar del nivel medido

De acuerdo a la ficha técnica del sensor se cuenta con una confiabilidad del 95% en las mediciones, lo cual nos da como resultado  $k=2$  según tablas (1): así mismo

se indica que la desviación estándar es del 5%, siendo 34.6 toneladas el punto de reorden calculado previamente con la ecuación 3.1. Sustituyendo dichos valores en la ecuación 4.1 y 4.2 obtenemos como resultado:

$$Y = 34.6 \pm (2 * 1.73) = \mathbf{32.602 \text{ y } 36.5097 \text{ toneladas}}$$

Por lo tanto, el sensor estará enviando la señal de una nueva orden de compra cuando el tanque se encuentre entre en los niveles entre **32.602 y 36.5097 toneladas**. Considerando se debe tomar el nivel máximo del cálculo para estar protegido el sensor debe programar en 36 toneladas, como lo muestra la figura 4.3. Esta información se comparte con el proveedor de los sensores para que realice los ajustes adecuados y las pruebas estén alineadas a la información proporcionada.

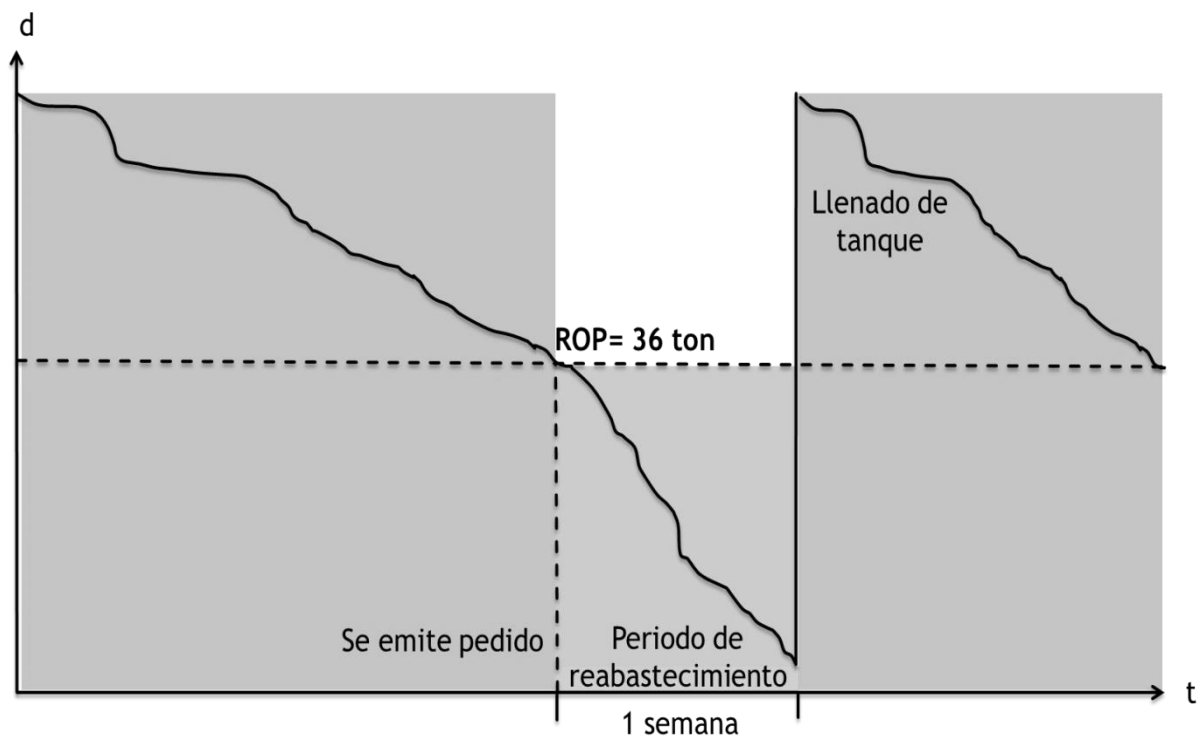


Figura 4.3 Proceso de reabastecimiento del punto de reorden. Fuente propia

## 4.6.2 Instalación de la tecnología

Los sensores se colocan dentro del tanque en las instalaciones del cliente junto con una caja receptora, la cual recibirá las señales de los niveles de inventario y enviara la información, en tiempo real y constante, al centro de información de nuestro proveedor. Tanto el cliente como nuestro equipo podrán tener acceso a esta información en cualquier momento y en cualquier lugar siempre y cuando se cuente con acceso a internet, como lo muestra la figura 4.4.



Figura 4.4: Flujo de instalación de sensores. Fuente Orbit, Proveedor servicios de telemetría.

En cuanto el sensor detecte que el nivel de inventario ha llegado al punto de reorden, el centro de información de nuestro proveedor se comunicará automáticamente con nuestro sistema, enviando una orden de compra nueva, con fecha de entrega y cantidad de pedido de acuerdo a los lineamientos acordados por el área de ventas y nuestro cliente, teniendo en cuenta siempre las expectativas claras de servicio.

Los ajustes para asegurar que la orden de compra se ingrese de forma automática, no serán un problema, ya que actualmente contamos con este servicio de ingreso de órdenes automáticas; únicamente se deberán hacer los ajustes para permitir que el centro de información de nuestro proveedor tenga

acceso y comunicación a esta herramienta y podamos integrar esta parte de la cadena.

Una vez esté lista la implementación del equipo se deberá someter el sistema a una serie de pruebas coordinadas por el proveedor de la telemetría, para asegurarnos que los sensores funcionen, la información transmitida por el sensor y el centro de información se encuentren en constante comunicación y, en caso de requerir algún tipo de ajuste al punto de reorden, se pueda realizar en tiempo. Las primeras pruebas que se realizan no afecta el nivel de inventario actual de tanque, únicamente se hacen con las señales enviadas por el sensor y el centro de comunicación.

Asegurados los equipos funciones, se entra en un periodo de prueba real en la cual ya se afectan los niveles de inventario actuales. Durante este periodo debe existir una coordinación y comunicación 100% efectiva entre el cliente, el proveedor de la telemetría y la cadena OTC para poder asegurar el éxito de la implementación. Se monitorea constantemente los niveles de inventario arrojados por los sensores, así como los físicos para asegurarnos que la diferencia sea prácticamente nula. Es un hecho que se requerirán cambios y ajustes, por lo que es vital contar con una cadena en comunicación constante.

#### **4.7 Medición de resultados**

El proceso de medición de resultados es muy similar al análisis previo que se realizó para poder determinar las restricciones del sistema, por lo que se recomienda actualizar los reportes previamente extraídos; mencionados en el capítulo I: Antecedentes: definición y evaluación de métricas por función en la tabla 1.4; y observar si existe algún cambio en el comportamiento después de la implementación. Es importante considerar el periodo de prueba ya que probablemente durante los primeros meses los cambios no sean tan visibles o no sean los esperados; sin embargo, una vez que se llegue al periodo de estabilidad, se verán reflejados y el comportamiento de los cambios se mostrará en una nueva restricción del sistema.

## Capítulo V: Resultados obtenidos en la implementación del método propuesto

A continuación se muestran y analizan los resultados de la implementación del método propuesto en un cliente de la industria química. El periodo considerado es del 1 de enero al 16 de octubre de 2015, siendo que la implementación se realizó durante el mes de Agosto.

### 5.1 Automatización y productividad

La primera muestra del cambio generado se observa en la figura 5.1 donde claramente se puede observar el cambio respecto a las órdenes ingresadas de forma manual anterior a la implementación.

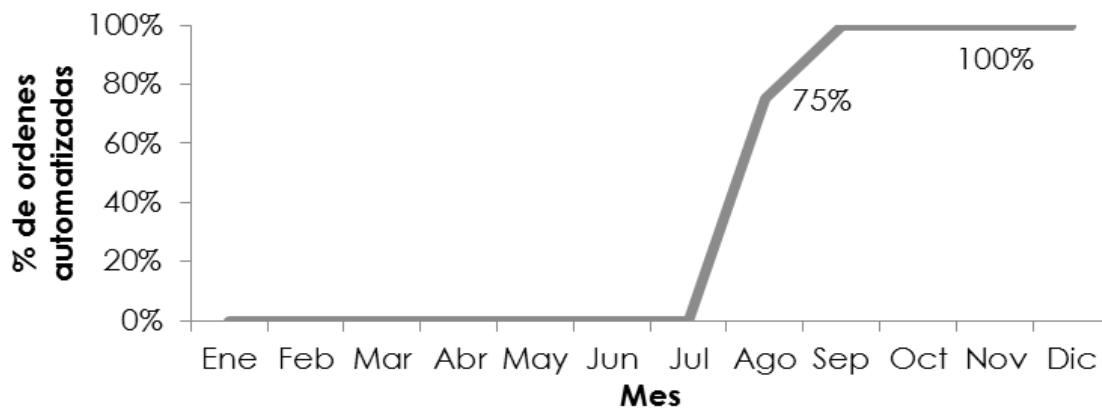


Figura 5.1: Porcentaje de órdenes ingresadas por alguna herramienta de automatización de 1 ene 2015- 16 oct 2015. Fuente propia

Si bien durante el mes de la implementación se ingresaron órdenes manuales, ya que se requirieron ciertos ajustes de prueba en las herramientas; para los cuatro meses posteriores se observa un comportamiento constante del ingreso de las órdenes 100% automatizado, generando una reducción en el tiempo de ingreso, siendo éste el primer beneficio mostrado respecto a la eficiencia de del proceso.

## 5.2 Eficiencia y productividad

La figura 5.2 muestra los cuatro meses posteriores a la implementación. Si bien se observa una reducción en las órdenes con cambios, con dicha gráfica no se puede asegurar que sea una mejora de implementación ya que, como se comentó previamente, está sujeto al total de órdenes ingresadas, la cual también tuvo una reducción respecto a los meses anteriores.

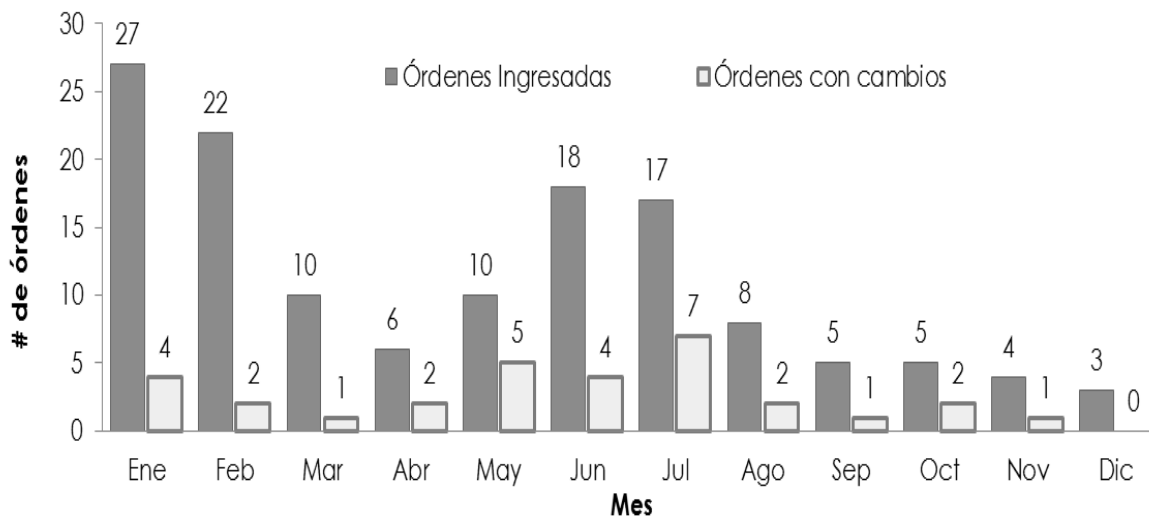


Figura 5.2: Órdenes ingresadas vs órdenes con cambios del 1 ene 31 dic 2015. Fuente propia

Así como hay órdenes que no tienen cambios, también hay órdenes que tienen más de un cambio, por ello, la figura 5.3 muestra el total de órdenes que tuvieron cambios y el total de cambios realizados, con lo que se puede observar una clara disminución respecto a las ineficiencias de la operación, con menos órdenes con ineficiencias y menores cambios realizados. El mes de octubre muestra un cambio respecto al comportamiento de mejora de eficiencia por lo que vale la pena revisar qué cambios se realizaron para poder entender si es un tema puntual y si no pone en riesgo la continuidad de la operación.

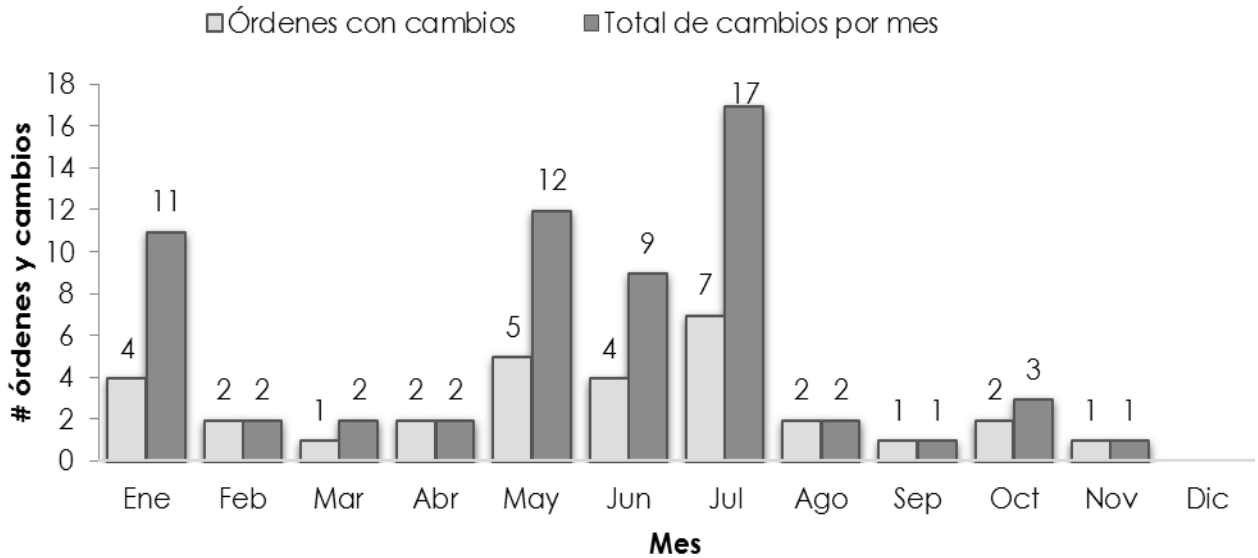


Figura 5.3: Órdenes con cambios vs total de cambios realizados del 1 ene -31 dic 2015.

Fuente propia

Los cambios clasificados se muestran en la figura 5.4, donde se observa una reducción del 100%, tanto en los cambios de planeación como por parte del cliente. De igual forma se muestra un incremento de cambios en una función que a lo largo de este año no había sido afectada.

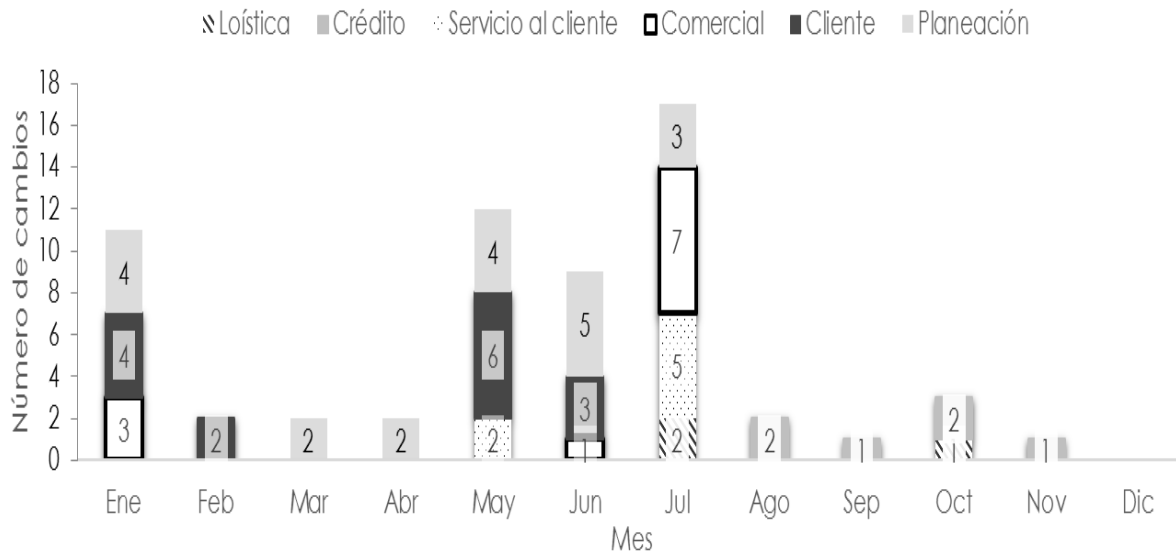


Figura 5.4: Clasificación de cambios de 1 ene 2015 -16 oct 2015. Fuente propia

La tabla 2.1 muestra que dentro del histórico el área de crédito tiene un 6% de los cambios totales, siendo un porcentaje muy bajo dentro de las ineficiencias. Ahora se muestra en la figura 5.4 que durante tres meses posteriores a la implementación esta función ha sido afectada, teniendo como causa raíz varias posibilidades. La primera se puede deber al ajuste en las ordenes de crédito por el diferencial de producto facturado y producto vaciado en el tanque. Otra razón se relaciona con la capacidad de pago del cliente como entidad, considerando el total de productos que compra. Sin embargo este punto debió considerarse durante el mapeo y alineamiento de la cadena para evitar los bloqueos de la línea de crédito.

**5.3 Control de producción y ventas**

En el comportamiento de consumo, como se muestra en la figura 5.5, se puede observar un crecimiento respecto a los meses previos, adicional a un comportamiento ligeramente más constante. El promedio de consumo de enero a julio era de 60 toneladas por mes siendo que de agosto a diciembre incremento a 101 toneladas por mes quedando un promedio de 77 toneladas por mes durante el 2015.

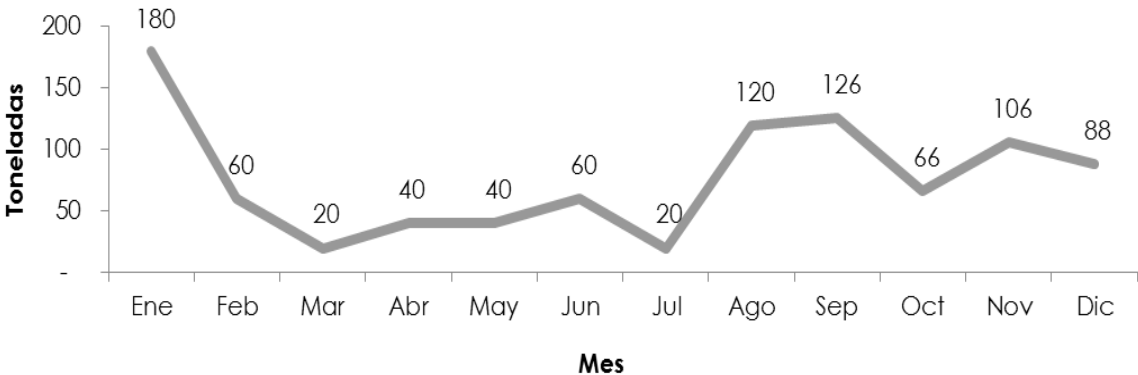


Figura 5.5: Comportamiento de consumo 1 ene 2015 - 16 oct 2015. Fuente propia

## 5.4 Eficacia y nivel de servicio

Por último, la figura 5.6 muestra el comportamiento de las entregas. Si bien la gráfica muestra una mejoría en ambas métricas, con esta implementación, al buscar la eliminación de los cambios por parte del cliente, se debe llegar al punto en que ambas métricas se conviertan en una sola al estar sincronizados los pedidos con las confirmaciones.

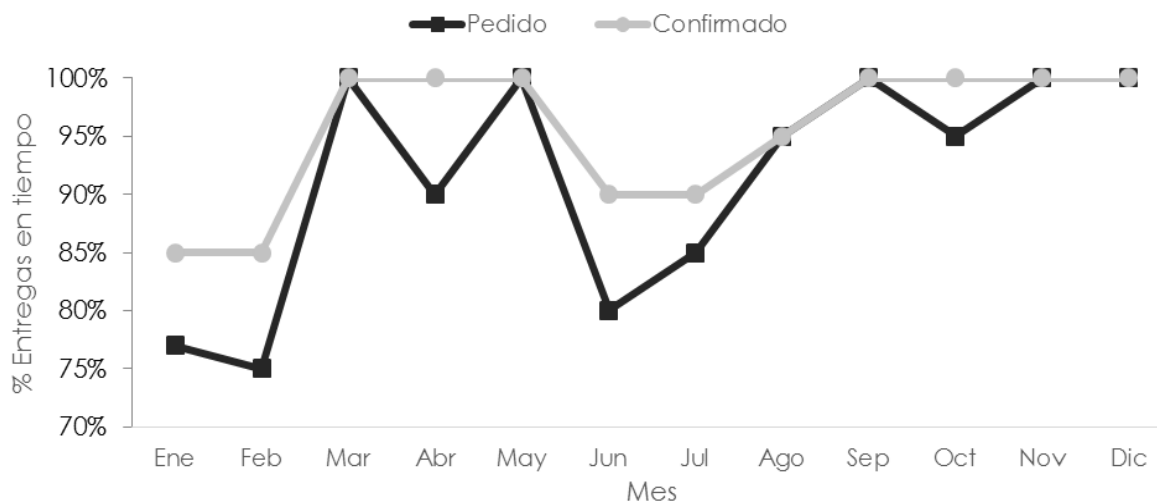


Figura 5.6: Porcentaje de entregas en tiempo. Fuente propia

Las gráficas muestran una clara mejoría respecto a nuestros objetivos principales de reducir las ineficiencias de la cadena, derivadas de los cambios del cliente, cambios por parte de planeación y mejorar la satisfacción del cliente.

El periodo de prueba fue el momento más crítico y se tuvieron que realizar algunas modificaciones derivadas del alineamiento de la cadena. Estos cambios y ajustes no se ven reflejados debido a que no se impactaron las órdenes de compra.

Por parte del cliente, se percibe una mejoría respecto a la relación y a los comentarios compartidos, mencionando una mayor seguridad y confianza en nuestros servicios. Si bien la mejoría se observa en aspectos no fácilmente cuantificables si muestran un impacto positivo en la relación y proyectos de crecimiento. La visibilidad proporcionada por los sensores ha logrado una mayor apertura en los futuros proyectos de nuestro cliente, de forma que se puede realizar una mejor planeación y gestión de la cadena de suministro, considerando

no sólo nuestros procesos internos, si no también pasos antes de nuestra cadena; resultado que no era esperado y trae muchas más beneficios que los planeados.

## 5.5 Discusión de resultados

Con el objetivo de visualizar de forma más clara el impacto de esta implementación, la tabla 5.1 muestra un resumen del antes y después de cada una de las métricas analizadas dentro de este escrito. Para obtener un promedio de resultados se consideraron tres meses antes de la implementación y tres meses después.

Tabla 5.1. Tabla resumen de resultados. Fuente propia

Métrica	Antes	Después	Δ	Comentarios
Total de ventas	180	506	326	Hay un claro incremento en las ventas de 65 toneladas al mes igual a un 180%. Incremento que no se esperaba de esta magnitud.
Promedio de ventas mes	36	101	65	
Órdenes automatizadas	0%	91%	91%	La mejoría en automatización se traduce en reducción de tiempo y mayor <b>eficiencia</b> en la cadena.
Órdenes con cero toques	69%	78%	9%	Se incrementó en un 9% la <b>productividad</b> de la cadena, mejorando en cuatro de 10 áreas e impactando negativamente únicamente a un área.
Total de cambios mes	42	7	-35	
Cambios por cliente	9	0	-9	
Cambios por planeación	16	0	-16	
Cambios por logística	2	1	-1	
Cambios por comercial	8	0	-8	
Cambios por crédito	0	6	6	Los cambios e ineficiencias se tradujeron en retrabajos para el área de crédito por lo que ahora se recomienda proponer un proyecto con un enfoque financiero.
Entregas en tiempo pedido	91%	98%	7%	Aunque el incremento en las entregas confirmadas fue menor, se logró mejorar el <b>nivel de servicio</b> y la <b>eficacia</b> del proceso en un 3% acercándose al 100% en el nivel de servicio.
Entregas en tiempo confirmado	96%	99%	3%	

## 5.6 Proyección de resultados al implementar la metodología con clientes candidatos

Si bien los resultados mostrados son de un cliente y un producto en específico, se puede esperar que para el resto de los clientes y productos que cumplan con las características previamente enlistadas en el capítulo IV, donde se menciona la definición de cliente, producto y análisis de operación, obtengan resultados similares. La tabla 5.2 muestra el posible impacto de mejora derivado de los resultados mostrados previamente y los posibles clientes y productos que se pueden ver beneficiados.

Tabla 5.2: Posible impacto para el resto de los clientes candidatos a la implementación.

Fuente propia

Mejora	Descripción de Mejora	Resultados del caso	Pipeline de implementación	Total	
Automatización y productividad	Reduce de 5 a 10 minutos por orden	126 órdenes	1,621 órdenes	16% del total de clientes se pueden automatizar	Reducción de 6 días al año
	Reduce 24 hrs el tiempo de confirmación reflejado en el Lead time				Reducción de 1,747 días por año
Eficiencia de la cadena	Reducción de cambios por el cliente	15 cambios año	1,858 cambios	Reducción del 51% del total de cambios por el cliente	
	Reducción de cambios por planeación	20 cambios año	594 cambios	Reducción del 40% del total de cambios por planeación	
Nivel de servicio	Total de productos posibles a implementar	1	229	88% del total de productos son posibles de implementar	
	Total de clientes posibles a implementar	1	47	26% del total de clientes son posibles a implementar.	
Incremento en ventas	Total de ventas / promedio de ventas el mes	Se espera un incremento en ventas debido a la mejora de la confiabilidad y nivel de servicio. El incremento puede variar de acuerdo al comportamiento específico de cada cliente.			

## Conclusiones

La implementación e integración de la cadena puede considerarse un éxito ya que cumplieron con los objetivos de tener una cadena más eficiente al reducir los cambios por parte del cliente, reducción de la incertidumbre al área de planeación por poca visibilidad del comportamiento de la demanda, incrementar la satisfacción al cliente y tener una cadena mejor comunicada para poder actuar en tiempo. Estos logros son resultados de un análisis detallado para entender y conocer los eslabones débiles de la cadena y buscar soluciones a los mismos, adicional al compromiso de cada una de las funciones para ajustarse a los cambios propuestos con el objetivo de tener una cadena eficiente y no únicamente enfocados en los objetivos individuales de cada función.

La telemetría fue una tecnología viable a implementar por las características de la necesidad de incrementar la visibilidad de consumo y la oferta de solución al proporcionar esta información en tiempo real tanto al cliente como al proveedor.

Se obtuvieron impactos negativos no esperados, mostrados en la tabla 5.6, los cuales se deberán observar en lo que queda del año para poder asegurarse que la cadena cuenta con nuevas restricciones y buscar un proyecto de mejora para las mismas como se muestra en los últimos tres meses en el área de crédito.

El mantenimiento de los sensores y el seguimiento constante de los cambios en las métricas serán clave para mantener la continuidad de la implementación y poder enfocarse en nuevas mejoras en otras áreas. Si se llega a descuidar o considerar cualquier cambio como insignificante pueden poner en riesgo la operación, por lo que ahora el tiempo que el área de servicio al cliente dedicaba en corregir las ineficiencias mostradas con anterioridad puede dedicarlo a mantener la comunicación dentro de la cadena y buscar nuevos proyectos de mejora, las cuales darán como resultado un mayor margen al negocio y a la empresa.

Los tres puntos clave que permitieron una buena implementación son la visibilidad, el entendimiento y la comunicación. La visibilidad del comportamiento de la demanda y la recolección de información nos permitieron mejorar el

entendimiento de las necesidades de los clientes para establecer y alinear los procesos de trabajo y poderlos comunicar con todas las áreas para mantener los procesos integrados y con un correcto funcionamiento.

## **Recomendaciones de trabajos futuros**

Como se pudo observar en la figura 5.4, al realizar cambios en la cadena, se obtendrán algunas mejoras así como nuevas ineficiencias que requerirán nuevamente el análisis utilizado durante este caso para identificarlas y proponer nuevas mejoras.

Adicional a las métricas observadas en el capítulo II (Situación actual) y V (Implementación y resultados) se recomienda analizar el impacto que se pueda ocasionar en las siguientes métricas.

- a) **Optimización de Fletes:** debido a que se asegura la capacidad del tanque completo las pipas podrán ir a una capacidad mayor optimizando así la utilización del transporte o reduciendo las entregas mensuales.
- b) **Órdenes urgentes:** en caso de que el cliente cuente con un alto número de órdenes urgentes, esta métrica deberá tender a cero ya que se tendrá un mayor control de los pedidos reduciendo las urgencias.
- c) **Ventas:** al asegurar el *share of market* del producto se puede ver reflejado el incremento en las ventas.
- d) **Ciclo de la orden:** el reducir los bloqueos en la cadena, el ciclo de la orden debe ser más eficiente.
- e) **Capital de trabajo:** cuantificar mejora en capital de trabajo por el incremento en la productividad de la cadena.

De igual forma, pensando en los resultados del proyecto a largo plazo se recomienda analizar el impacto en ahorro de costos y mejora en el capital de trabajo como se menciona dentro de la tabla 5.2 en el apartado de resultados a mediano y largo plazo.

## Bibliografía

- Alfaro, J. J., Rodríguez, R., & Ortiz, A. (2008). Sistemas de medición del rendimiento para la cadena de suministro. Valencia, España: Alfaomega.
  - Ballou, R. H. (2004). Decisiones sobre políticas de inventarios. En Administración de la cadena de Suministro: Logística (5° ed., pp. 326-423). Prentice Hall.
  - Bertalanffy von, L. (1993). Teoría General de los Sistemas. México: Fondo de Cultura Económica
  - Capelari, N. S. B. (2010). Telemetría aeronáutica como envío de datos meteorológicos e información para correo diferencial de sistemas de radiolocalización. Recuperado Abril 7, 2015, de Biblioteca Digital de Trabalhos Acadmicos da USP website: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180450/tce-16042013-142341/?&lang=br>
  - Chase, R., & Jacobs, R. (2014). Administración de operaciones- Producción y cadena de suministro. Mc Graw Hill.
  - Chiavenato, I. (2014). Capítulo 15. In Introducción a teoría general de la administración (8th ed., pp. 305-310). Mc Graw Hill
  - Chopra, S. & Meindl, P. (2013) Administración de la cadena suministro. Estrategia, planeación y operación. (5ta ed.)Pearson
  - Drake Moyano, J. M. (2005). INSTRUMENTACION ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES. Recuperado Agosto 3, 2015, de [http://www.ctr.unican.es/asignaturas/instrumentacion\\_5\\_it/iec\\_1.pdf](http://www.ctr.unican.es/asignaturas/instrumentacion_5_it/iec_1.pdf)
  - GlobalStar. (s.f.). Telemetry. Recuperado Abril 7, 2015, de Globalstar de México website: <http://www.globalstar.com.mx/Telemetry.html>
  - Goldratt, E. (2005). La Meta (3ra ed.). Diaz de Santos .
  - Gosset, S. J. (2001, March 1). Making VMI work. Chemical Engineering. <http://www.highbeam.com/doc/1G1-72274624.html>
- “Today, one of the most powerful ways to cement strong ties with customers is through vendor-managed inventory (VMI)”. Traducción propia
- JCGM- Joint Committee for Guides in Metrology - ISO (2008, Septiembre). Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement. Recuperado Julio 14, 2015, de [www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM\\_100\\_2008\\_E.pdf](http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_100_2008_E.pdf)
  - Kennedy, J., & Neville, A. (1982). Distribución de Frecuencias & Distribución normal. En Estadística para ciencias e ingeniería (2nd ed., pp. 5-18 & pp.120-133). Harla.
  - Myerson, P. (2013, October 17). Order to Cash Cycle -- Show Me the Money! Industry week- Advancing the Business of Manufacturing. Recuperado de <http://www.industryweek.com/blog/order-cash-cycle-show-me-money>

“Series of processes starting with a customer order and ending with the receipt and payment” Traducción propia.

- Montgomery, D., & Runger, G. (2010). Applied statistics and probability for engineers (2da Ed.) (John Wiley & Sons, Ltd, Trans.). Limusa Wiley.
- Nahmias, S. (2014). Control de inventarios sujeto al conocimiento de la demanda. En S. Nahmias (Autor) & J. Murrieta (Trad.), Análisis de la producción y las operaciones (6<sup>ta</sup> ed., pp. 165-172). MC Graw Hill
- Open Text (2015). EDI BASICS. Recuperado de <http://www.edibasics.com/what-is-edi/>  
“Using EDI can reduce the order-to-cash cycle time more than 20% improving business partner transactions and relationship” Traducción propia.
- Pérez, B., & Ramos, O. (2004, Abril). Using telemetry in the hospital cardiology unit. Recuperado Abril 8, 2015, de MedWave website:  
<http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Enfermeria/Mar2004/2714>
- Petrella, C. (2007, Junio). APORTES DEL ENFOQUE SISTEMICO A LA COMPRESION DE LA REALIDAD [Avances del proyecto de Investigación].  
<http://www.fing.edu.uy/catedras/disi/DISI/pdf/Teoriadesistemasaplicadoaorganizaciones>
- Schroeder, R. (1992). Administración de operaciones Toma de decisiones en la función de operaciones (3rd ed.). MC Graw Hill
- Teoría Sistémica. (2015). Recuperado Septiembre 8, 2015, de <https://uoc1112-grupo9.wikispaces.com/Teor%C3%ADa+Sist%C3%A9mica>
- Tipos de inventario. (2015). Recuperado Septiembre 8, 2015, de <http://www.tiposde.org/ciencias-exactas/84-tipos-de-inventario/>
- WordPress. (s.f.). Teoría General de Sistemas de von Bertalanffy. Recuperado Septiembre 8, 2015, de <http://psicologosenmadrid.eu/teoria-general-de-sistemas-de-von-bertalanffy/>
- 7 usos empresariales de la Telemetría. (2014, Diciembre 18). Recuperado Junio 19, 2015, de Alto Nivel <http://www.altonivel.com.mx/47490-7-usos-empresariales-de-la-telemetria.html>