

# *Diseño de un Sistema de Logística de Planificación de Inventario y Distribución a través de Centro América*

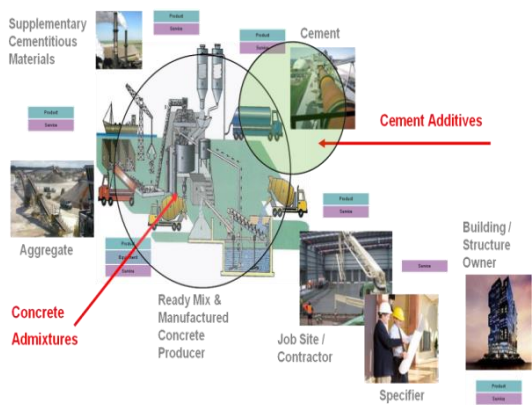
Alexander Vega Rivera  
Maestría en Manufactura Competitiva  
Rafael Nieves, PharmD.  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad Politécnica de Puerto Rico

**Resumen** — Este trabajo consiste en el desarrollo de un sistema logístico de planificación de inventario y la distribución para productos de consumo masivo a través de diferentes países en Centro América. El problema para el cual se ofrece esta respuesta consiste en que, en la actualidad no existe un sistema logístico de inventario, distribución y exportación para productos de consumo masivo desde la República de Panamá hasta su destino final en la República de Nicaragua. El proyecto plantea un sistema de transporte para cruzar varios países de Centro América, para asegurar el flujo adecuado de bienes y servicios sin incrementar los costos asociados con el proceso y para ofrecer una respuesta rápida a los requerimientos de los clientes de Centro América.

**Palabras claves** — Flujo Adecuado de Bienes y Servicios, Plan de Distribución, Planificación de Inventario, Sistema Logístico.

## INTRODUCCIÓN

La Compañía GCPAT comenzó Operaciones de Manufactura y Distribución en la República de Panamá; un cliente en la Republica de Nicaragua solicito la compra de productos a granel. Actualmente existe una carretera que cruza el continente americano de norte a sur, desde Canadá hasta Argentina, pero pocos conocen de su existencia. Establecer un sistema de trasporte que pueda cruzar varios países en Centro América no es tarea fácil. En la Figura 1.1 que se muestra a continuación, podemos definir el modelo de negocio de GCPAT y los diferentes componentes de la industria de la construcción a los cuales sirve.



**Figura 1**  
**Modelo de Negocio de GCPAT**

## DECLARACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto lo podemos definir a partir de su meta final que consiste en incrementar la cartera de clientes en la región, el mantenimiento razonable de los costos operacionales y el establecimiento de una mayor presencia estratégica por medio de la utilización como mecanismo, el sistema de DMAIC en el proceso de abastecimiento, producción y distribución a nuestros clientes internos y externos. El potencial de negocio estimado por año es de \$1, 000,000.00 dólares. Los costos operacionales para el 2014 fueron de \$388,979.00 y para el año 2015 el gasto operacional estimado será de 360,000.00 dólares.

## Descripción de la Investigación

El objetivo de esta investigación es el manejo adecuado de los flujos de bienes y servicios en GCPAT Panamá. Es de crítica importancia no solo no incrementar los costos asociados a los procesos de abastecimiento, producción y distribución, sino también ofrecer una rápida respuesta a los requerimientos de los clientes en Centro América.

- **Materia Prima** – Cuando un material está mal o pobremente identificado, se pueden abrir órdenes de compra que resultan en el abastecimiento inadecuado para los procesos de fabricación, trayendo como consecuencia un mayor retraso en la producción y por consiguiente el incumplimiento en las fechas de entregas prometidas.
- **Almacenamiento** – si no se cumplen las condiciones de seguridad y mantenimiento para resguardar el inventario pueden ocurrir deterioros importantes en la calidad de las materias primas y los materiales, lo que conduciría a mayores costos en los procesos de desechos. De la misma forma, condiciones inadecuadas en el almacenamiento de los inventarios pueden acarrear mayores costos por pérdida de material (rotura de productos envasados en sacos y sustancias líquidas); ambas situaciones inciden negativamente en el nivel de servicio al cliente.
- **Producción** – las roturas de máquinas debido a la falta de un adecuado mantenimiento y la falta de equipo y maquinaria adecuada, no solo provocan retrasos en la producción y acumulación de productos en proceso sino también costos de ociosidad provocando una pérdida importante de competitividad en el mercado del concreto en Centro América. Los pedidos de los clientes pueden ser distribuidos velozmente si se poseen grandes cantidades de reservas de productos terminados, pero esto significaría mantener altos costos. Por ello es necesario diseñar un proceso logístico que ofrezca rápidas respuestas sin incurrir en altos costos.
- **Transportes** – La utilización de transportes inadecuados para el traslado del producto final al cliente se traduce en el incremento de los costos de operacionales y afecta el plazo de tiempo (lead time) total del proceso de entrega.

### Objetivo de la Investigación

El objetivo primario de esta investigación es establecer un programa de producción,

almacenamiento y distribución de producto terminado que cumpla con la demanda del cliente utilizando como referencia el “forecast” o ventas estimadas por mes.

Este objetivo primario requiere establecer las materias primas necesarias para la producción del producto solicitado por el cliente y un almacenamiento de las materias primas y producto terminado por un tiempo determinado. Conlleva además identificar los equipos necesarios para realizar dicha operación de manufactura y transferencia de los productos líquidos. Para ello es menester identificar las regulaciones legales del gobierno de la Republica de Panamá para realizar exportaciones; identificar regulaciones legales del gobierno de la Republica de Costa Rica para la entrada de producto en tránsito; identificación de regulaciones del Gobierno de la Republica de Nicaragua para la entrada de producto terminado.

Para poder sostener toda esta operación es de suma importancia crear un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que incluiría la Planta de Manufactura y los transportes a utilizar.

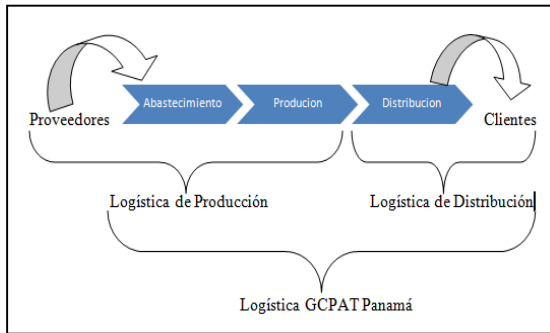


**Figura 2**  
Logística Actual desde Alaska hasta la Punta Sur de Argentina

### Contribución de la Investigación

Este proyecto será parte integral para las metas de GCPAT Panamá para el año 2015 y el futuro. A

continuación el flujo de la logística que esperamos optimizar en GCPAT Panamá.



**Figura 3**  
**Flujo de Logística**

El sistema logístico al que se hace referencia en la Figura 3, se refiere al proceso dentro GCPAT de los límites de la propia empresa. En el proceso de abastecimiento – producción – distribución, Panamá se convierte en el cliente de las empresas proveedoras y éstas, a su vez, son clientes de otras compañías que los abastecen. Paralelamente, la empresa fabricante del producto de consumo final actúa como proveedor de las compañías de construcción. Así los diferentes participantes pueden ser visualizados como eslabones de una misma cadena de suministros.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Las actividades de logística deben ser planificadas cuidadosamente ya que como se ha visto afectan de manera especial la operación normal de GCPAT y constituyen una de las bases más importantes de creación de valor. Espacios insuficientes, lugares inadecuados de descarga de materiales, flujos desordenados de procesos, grandes distancias a recorrer, equipos no aptos para el movimiento interno de materiales, inventarios altos, transportes antieconómicos, son algunas de las ineficiencias que genera la ausencia de un planteamiento del proceso logístico.

La pregunta es ¿cómo generamos un proceso de logística eficiente? Algunas de las acciones que tienden a agilizar de forma económica el flujo logístico ya se han visto otras se irán desatollando a medida que se vayan estudiando cada uno de los

elementos relacionadas con el flujo de bienes y servicios. Sin embargo a fin de ofrecer una mayor calidad y a manera de síntesis, se enumeran aquí algunas de las practicas indispensables para su optimización: Enfoque en el cliente; adecuar la producción en función de la demanda; coordinar actividades del departamento de ventas y producción con el fin de estar alineados con la demanda del cliente; balancear el ciclo total: abastecimiento de materiales – producción – entrega; optimizar la recepción de materiales; eliminar controles innecesarios; reducir inventarios; disminuir el tiempo muerto; maximizar manipulaciones de materias primas, materiales, productos en proceso y finales; utilizar equipos y herramientas adecuadas para el manejo y transporte de materiales, reducir distancias, optimizar el “layout” o diseño de almacenes y de planta.[1]

## METODOLOGÍA

Existen muchas prácticas, programas y filosofías de gestión que permiten lograr un mejor desempeño de la logística involucrada y que, por lo tanto, pueden ayudar a lograr mejoras significativas que se traduzcan en mayor productividad en el mercado de aditivos para el concreto, mayores ganancias de las empresas y mayor potencial de crecimiento. La filosofía de DMAIC es la que estaremos utilizando para realizar un diseño robusto de logística para GCPAT Panamá. DMAIC es una metodología estructurada para la solución de problemas usada en todo tipo de industria. Las letras son un acrónimo de 5 fases de la mejora de 6 Sigma [2]: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Control. Estas etapas llevan el mismo ciclo de mejora que lleva el círculo de Deming debido a que sus fases son estrictamente en el flujo continuo en las mismas manecillas del reloj.

- **Definir:** Esta es la primera etapa del DMAIC y la usamos para determinar el equipo de personas que trabajaran en el proyecto y a proporcionar el acuerdo completo del alcance del proyecto, o sea, validar las metas que queremos alcanzar con el proyecto. Hacer acopio de la información

sobre la necesidad del cliente (VOC) “la voz del cliente” y analizar el proceso de Definir para hacer los ajustes necesarios.

- **Medir:** El propósito de la fase de medir es el de entender el estado actual del proceso y coleccionar datos confiables relacionados a la velocidad del proceso, la calidad, los costos que se pueden utilizar para exponer las causas y efectos de los problemas que se pueden estudiar. Esto es, determinar las entradas y salidas del proceso, articular el proceso a través del mapa de valor agregado, validar el sistema de medición, crear y ejecutar un plan de recolección de datos, monitorear a la capacidad y comportamiento del proceso, hacer alto y revisar el desarrollo de la fase de medición.
- **Analizar:** El propósito de la fase de analizar es el de hacer hincapié y verificar las causas que afectan las variables de entrada salida del proceso relacionado a los objetivos del proyecto. Es en esta fase donde se determinan las entradas críticas del proceso, se realiza el análisis de datos, se analiza el proceso, se determina y se priorizan las causas raíces, se hace un alto y se revisa el desarrollo de la fase de analizar.
- **Implementar:** En esta fase se trata de implementar a gran escala las soluciones seleccionadas en las fases anteriores. Es en esta fase donde se generan las soluciones potenciales, se seleccionan y se priorizan las posibles soluciones, se aplican las mejoras de Lean/Six Sigma, se realiza el análisis de riesgos administrativos y se ejecuta la solución; se hace un alto y se revisa el desarrollo de la fase de mejora.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Empresa GCPAT Panamá tiene la oportunidad de establecer una nueva relación de negocio y de exportación en Centro América utilizando la metodología de 6Sigma, DMAIC a lo largo de los diferentes problemas que pueden causar no lograr las expectativas de la corporación para este

año 2015. El presente proyecto, pues, consiste en realizar una propuesta de implementación de procesos enfocados en el incremento de la producción sin afectar los procesos actuales de Manufactura y Distribución en Panamá. Otro objetivo que pretende es optimizar el traslado de productos dentro de sus zonas de trabajo, utilizar el mismo tiempo y recursos operativos que permitan incrementar el desempeño del personal dentro del centro de distribución logística de la empresa.

La metodología para el estudio de dichos procesos emplea, en primer término, un diagnóstico de la situación original con la finalidad de identificar los problemas ocurridos dentro de la operación logística y por consiguiente, conocer su causa raíz. Estas causas se transformaran en oportunidades de mejora, a partir de las cuales se formularon diferentes propuestas de solución; sin embargo, se tuvo que recurrir a una evaluación de priorización de estas mejoras con el criterio de realizar en primer lugar las que permitan reducir tiempos y costos de operación.

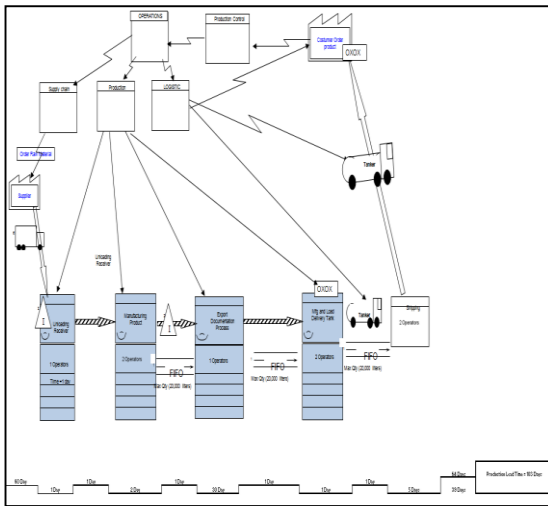
### Definir

El diagnóstico identificó que la empresa tenía dificultades en la solicitud de documentación para exportación, y esto generaba grandes atrasos y altos costos de inventario. Para poder controlar la situación de la operación, se tuvo que recurrir a la utilización de horas extras y al reproceso como parte cotidiana de sus actividades. Para el análisis de los problemas se aplicaron las herramientas de mejora continua y del estudio de métodos. Se concluyó que existen actividades que demandaban mayor tiempo y costo de lo acordado con el cliente, además, no otorgaban valor agregado al servicio. De las 26 causas de problemas identificadas, se determinaron por prioridad estratégica 7 oportunidades de mejora. La siguiente figura ilustra el tiempo de actividades necesarias para completar y la duración de cada actividad.

### Medir

Utilizando la Figura 4. El VSM [3] - proceso de “alto nivel” podemos ver el proceso logístico con sus

denominaciones en inglés: suppliers (proveedores), inputs (entradas), process (proceso), output (salidas) y customer (cliente). En este VSM podemos identificar todo nuestro proceso que actualmente tiene 103 días, desde que el cliente solicita el producto hasta su distribución en las facilidades del cliente. El tiempo de espera de 103 días no es aceptable para el cliente y el cliente solicita el producto en 15 días luego de emitida la solicitud de compra del producto terminado.



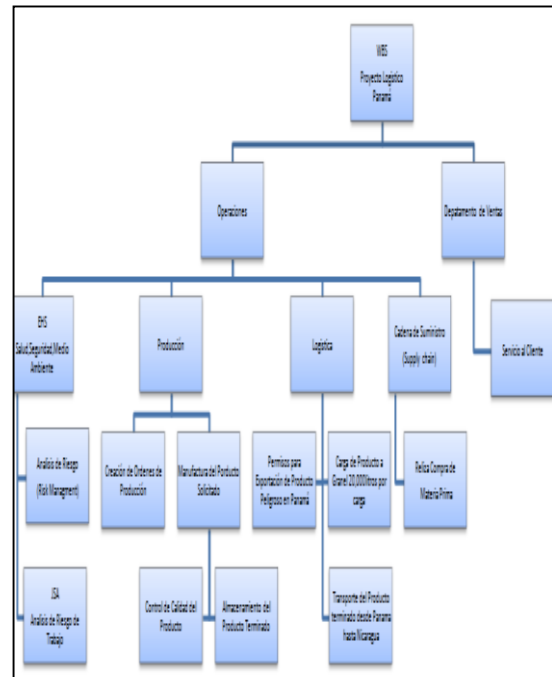
**Figura 4**  
VSM Operación de Logística Actualmente

**Análisis**

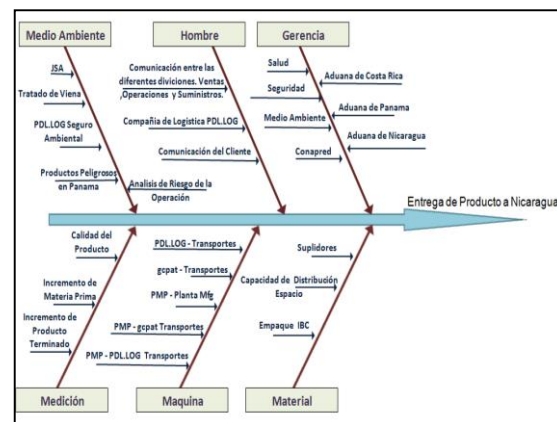
La Estructura de Desglose de la Operación (WBS) Demuestra como el cliente es afectado por el proceso de Operaciones Logístico.

- Establecer las materias primas necesarias para la producción del producto solicitado por el cliente.
- Establecer un sistema de almacenamiento de estas materias primas por un tiempo de terminado.
- Establecer el almacenamiento apropiado para el producto terminado.
- Establecer el equipo necesario para la transferencia de estas materias primas a nuestro equipo industrial de mezcla en cantidades a granel.

- Establecer un programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo que incluye la Planta de Manufactura y los transportes a utilizar.
- Identificar las regulaciones legales del gobierno de la Republica de Panamá para realizar exportaciones, identificar regulaciones legales del gobierno de la republica de Costa Rica para la entrada de producto en tránsito, identificación de regulaciones del Gobierno de la Republica de Nicaragua para la entrada de producto terminado.



**Figura 5**  
Desglose de la Operación (WBS)



**Figura 6**  
Análisis de Desviaciones

## Implementación

A. Comenzamos con establecer un sistema de KANBAN (Ver Figura 7.) para establecer un flujo continuo de materias primas necesarias para la producción del producto solicitado por el cliente que es de 120,000 kg por mes. Los pasos a seguir al establecer un sistema de KANBAN es identificar claramente la demanda del cliente; esta información se obtiene por medio de la realización de una tormenta de ideas en conjunto con: departamento de ventas, departamento de abastecimiento, departamento de producción y departamento de logística. Se establece la demanda completando la siguiente información: la demanda diaria, la desviación estándar de la demanda, beta – factor de servicio suplidor de materia prima, tiempo de tráfico (LT), cantidad a ordenar, orden interna, factor de servicio y con todo, se obtienen como resultado los parámetros basados en el modelo de Inventario 6 Sigma.

B. y C. Utilizando la técnica del KAIZEN (Ver Figura 8.) se estableció el almacenamiento apropiado para el producto terminado. Se estableció un sistema de almacenamiento de estas materias primas como producto terminado por un tiempo determinado sin incurrir en costos de almacenamiento externo y horas hombre.

Material Name:	Material A	Parameter	Condition	Unit
Type of Material:	Raw Material	Order Interval (OI)	1	KG
Description	Qty Units	Lead Time (LT)	40	KG
Average Daily Demand (ADU)	750 KG	ADU	750	KG
Standard Deviation of Daily Demand (STDEV) = Demand variability	300 KG	STDEV	800	KG
Beta (Supplier on-time performance)	0.1	Service Level	2	
Lead time (LT)	40 Days	Beta Level	0.1	
Lead Time Qty	30,000 KG	Coefficient of Variation	1.05	Push System
Palcar Reference	5.93	Answers from Lean Inventory Model:		
Order Interval (OI)	1 KG	Safety Stock (SS)	2,314	KG
Service Level Factor	2	Max KanBan Qty (QMAX)	33,408	KG
Service Level	98%	Order Interval Qty (OIQ)	750	KG
		Re-Order Point Qty (ROP or RMIN)	32,658	KG
		Lead Time Qty (LTQ)	30,330	KG
		Stock On Hand Qty	3,072	KG
		Avg. Monthly Stock On Hand Qty	2,693	KG
		Average Monthly Usage	15,108	KG
Expected Average DOH = 6 days		Expected Average Inventory Qty = 2,693 KG		
Best Case DOH = 6 days		Best Case Inventory Qty = 2,314 KG		
Worst Case DOH = 6 days		Worst Inventory Qty = 3,072 KG		

Figura 7  
Descripción Sistema KANBAN

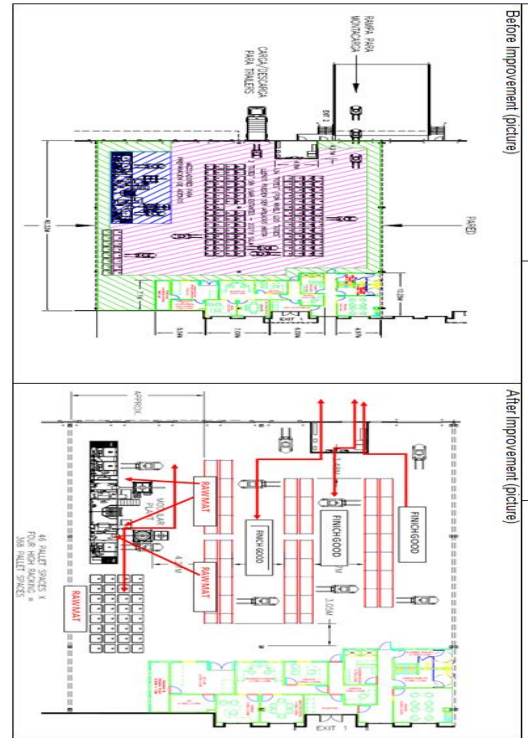


Figura 8  
Descripción Técnica KAIZEN

D. Con el Departamento de Ingeniería se estableció la instalación de una bomba de transferencia de estas materias primas a nuestro equipo industrial de mezcla en cantidades a granel.

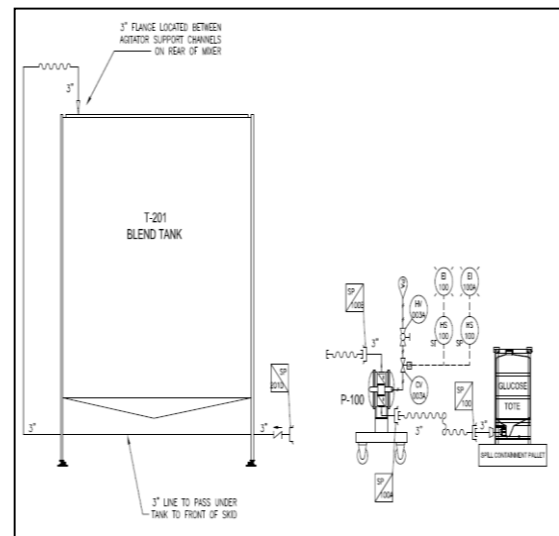


Figura 9  
Bomba de Transferencia

E. Establecer un programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo robusto que atienda todas

las necesidades del cliente interno y externo requiere personal altamente adiestrado, enfocado y comprometido con la empresa. El realizar exportaciones por carretera requiere una compañía de camiones con experiencia, equipo y personal adiestrado en caso tal de un accidente, derrame o daño mecánico.



**Figura 10**  
**Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo**

**Tabla 1**  
**Hoja de Control**

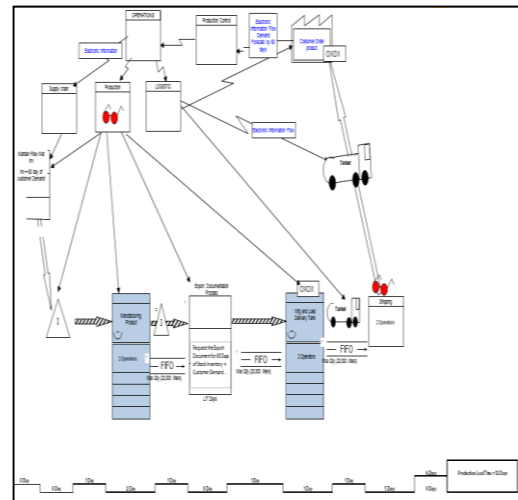
Standardized Work Combination Sheet									
Part Number		Date Prepared	1/15/2015	Daily Demand	5000 liters				
Part Name	Panama Logistic Project 2015	Work Area	Administrative	Takt Time	17 hours				
Work Sequence		Time	hour	Operation Time	per hour				
Step	Operation	Min	Auto	Walk					
1	gcpat realiza la solicitud de Exportación a UCQ		5	-----					
2	gcpat realiza el pago del permiso de Exportación al Banco Nacional de Panamá.	1		--					
3	gcpat notifica a la compañía de transporte PDL el día estimado de salida.	1		---					
4	La compañía de transporte hace la solicitud del permiso de carga a UCQ.	6		-----					
5	La compañía de transporte continúa el recibo de los documentos autorizados por UCQ.	1		--					
6	gcpat emite su factura comercial y documentación de exportación.	1		---					
7	gcpat solicita a la Dirección de Aduanas de Panamá un funcionario que haga la custodia física del producto fuera del territorio de Panamá. Este proceso se rebaja 24 horas de anticipación y tiene un costo de \$91.00.	1		--					
8	gcpat genera la documentación del viaje en original y 2 copias.	1		---					
9	gcpat -escanea todos los documentos y los envía por correo a las partes interesadas.	1		---					
		4	12	0					

La compañía contratada debe estar asegurada por el valor de la carga y daños a segundos y terceros. Estratégicamente nos enfocamos en 4 áreas críticas de la operación logística que son: Mantenimiento Preventivo Planta Manufactura, Mantenimiento Preventivo a montacargas y demás equipo, Mantenimiento Preventivo Almacén y limpieza, Mantenimiento Preventivo y Correctivo a los equipos de entrega.

F. Luego de realizar reuniones con la entidad del Gobierno de Panamá Regulatoria de los productos determinados peligrosos en la Republica de Panamá (UCQ- Unidad de Control de Químicos) logramos estandarizar los requerimientos legales de exportación para producto líquido a granel en la Republica de Panamá. Los pasos a seguir son los siguientes:

**Control**

Utilizando la Figura 4. VSM (Value Stream Mapping) [3] - proceso de “alto nivel” podemos ver el proceso logístico una vez implementado. En esta Figura 10- VSM, podemos identificar todo nuestro proceso que anteriormente constaba de 103 días, con las mejoras ya implementadas; logramos reducir a 12 días incluyendo fines de semana. Inicialmente el cliente solicitaba el producto el día 15, luego de emitida la solicitud de orden de compra del producto terminado. Esta reducción en tiempo redujo en un 75% el tiempo de espera del cliente en Nicaragua.



**Figura 12**  
**VSM Implementación de Mejoras [3]**

## CONCLUSIÓN

La ejecución de las propuestas de mejora generó un impacto positivo en el desarrollo de las actividades logísticas de la empresa, ya que se lograron los objetivos propuestos de incrementar la presencia en la región. Como primer objetivo se planteó mantener un estricto control de las materias primas estableciendo unos criterios de abastecimiento de material según las demanda del cliente. Como segundo objetivo se estableció mantener los tiempos de operación dentro del horario regular de trabajo 8 horas. También se logró reorganizar el área de almacenamiento para incrementar la capacidad en un 200%. Logramos ser más eficientes en el traslado de materias primas y producto terminado en un 25% y no solo mantener sino reducir los costos de operación en un 15 % con relación al año anterior, 2014. A su vez, se permitió el ordenamiento de los flujos logísticos. La redefinición de los acuerdos con el Gobierno Panameño fue fundamental para lograr incrementar el nivel de servicio con el cliente en función de su capacidad operativa real, la optimización de la generación y captura de información mediante la comunicación electrónica y reuniones puntuales para mejorar el servicio en la mejoría del desempeño de la Operación y Manufactura [4]. Todas estas mejoras han logrado que los servicios brindados representen un 15% menos respecto a los servicios brindados antes de la mejora.

## REFERENCIAS

- [1] C. M. Padgett, *The Project Success Method: A Proven Approach for Achieving Superior Project Performance in as Little as 5 Days*, 1st ed. New Jersey: Wiley, 2009.
- [2] M. L. George, *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*, McGraw Hill, 2002.
- [3] M. Rother and J. Shook, *Learning to See: Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*, The Learn Enterprise Institute Inc., 2003.
- [4] J. E. Bauer, G. L. Duffy and R. T. Westcott, *The Quality Improvement Handbook*, 2nd ed. Milwaukee, ASQ Quality Press, 2006.

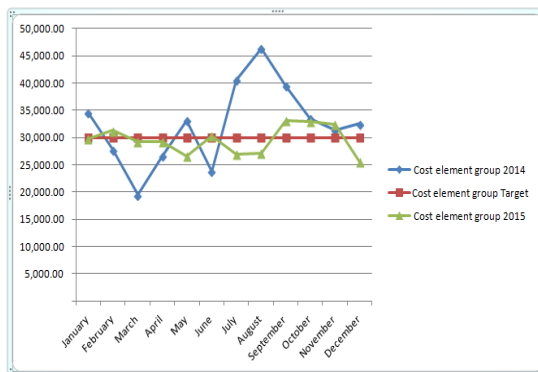


Figura 13

Representación del Progreso al Implementar Mejoras