

# ***Optimización en el Proceso de Manejo de Materiales para las Operaciones Técnicas***

*Aliznette Bonilla Rodríguez  
Maestría en Manufactura Competitiva  
Carlos González, Ph.D.  
Departamento de Ingeniería Industrial  
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

---

**Abstracto** – *Era utilizada la metodología de Lean para reducir el costo de inversión en la compra de materiales de instalación para los procesos de operaciones técnicas. Este método está basado en reducir considerablemente el alto nivel de inventario de los materiales (Connector Splice F-81, Splitter mini 2-4 way 1GHZ), entiéndase conectores, Tap & Splitter y desarrollar un mejor control del inventario. Se optimizó el proceso de despacho de materiales de instalación mediante nuevos controles de despacho a los técnicos del departamento de operaciones técnicas y optimizando los sistemas de control de utilización de materiales.*

**Palabras Claves** – *Connector Splice F-81, Materiales de Instalación, Splitter Mini 2-4 Way (1GHZ).*

## **INTRODUCCIÓN**

El proceso de control de inventario y su aplicación en una compañía de telecomunicaciones conlleva lograr tener una buena planeación de la capacidad de una red de comunicaciones mediante la utilización de técnicas de control de inventario. Los inventarios definidos de manera general se pueden entender como aquellos artículos a la mano que están destinados para consumo, por tanto el control de inventarios está incorporado a técnicas que ayudan a determinar cuándo se debe reabastecer los inventarios actuales y cuánto debe reabastecerse en donde se busca satisfacer la demanda de los clientes y de los servicios brindados como lo es telefonía, video e Internet de alta velocidad.

Esta industria va atada a adaptar las ofertas a un control de inventarios sobre los diferentes niveles de la demanda que se determine por el

consumo de los clientes. Es por eso que el inventario en un periodo determinado resulta como la diferencia matemática entre la cantidad de materiales que se le despachan (oferta) a los técnicos de operaciones que salen al campo de trabajo vs la cantidad de materiales que se consumen (demanda) para brindar los servicios, determinando así la capacidad ociosa, traducida a los niveles de inventario de la red.

## **Planteamiento del Problema**

En la actualidad el control de inventario de los materiales de instalación para la compañía de comunicaciones, solo se llevaba a cabo desde el departamento de compras & logística/ almacén internamente, pero sin mirar el nivel de consumo por cada técnico de operaciones que sale al campo de trabajo con una cantidad X de materiales, ya determinada por el suplidor vs el porciento de utilización diario.

En la siguiente investigación se implementarán varios métodos de Lean Six Sigma para lograr disminuir el alto nivel de compra de materiales de instalación, en donde se pueda tener una mayor visión de lo que los técnicos de operaciones consumen de materiales de instalación en comparación con las compras trimestrales de materiales de instalación.

## **Descripción de la Investigación**

Este proyecto buscará crear un proceso operacional “Lean” disminuyendo los altos niveles de inventario de materiales de instalación y establecer una periodicidad prudente de compra de materiales que vaya relacionada a la demanda. Mediante una evaluación realizada del porque nuestro proceso de compra de materiales de instalación no contempla el porciento de utilización

de materiales de instalación por parte de los técnicos de operaciones y porque se le despacha a los técnicos una cantidad tan alta de materiales sin analizar la periodicidad con la que el técnico solicita materiales en comparación que la cantidad de materiales que se le despacha. Se toma la decisión de re-evaluar el proceso de despacho de materiales, la periodicidad de solicitud de materiales por parte de los técnicos, la periodicidad de compra de materiales y la distribución de los materiales por cada base técnica.

### **Objetivo de la Investigación**

En el proceso de despacho de materiales de instalación se contempla analizar la hoja de solicitud de materiales en donde el técnico de operaciones debe utilizar:

- EX6 RG6 Connector
- GAF-UR-11-MH-SR RG11 Fitting
- G-SR-1/2-S ½ Weather Seal RG6
- Connector Splice F-81
- BDS102H (Splitter mini 2 way 1 GHZ)
- BDS103H (Splitter mini 3 way 1 GHZ)
- BDS104H (Splitter mini 4 way 1 GHZ)
- Ground Block Splice
- Mini Directional Coupler Type T06D
- Moca Complaint Filter
- Moca Complaint splitter w/built poe filter
- VOIP T adapter-4 contacts
- Drive Pin Nail ¾"
- Nylon Clamp RG6 Black
- Nylon Clamp RG6 White
- Tyrap 4"
- Tyrap 8"
- VOIP Linecord 4C 7FT Straight
- Electrical Tape 3/4" X 66 Ft
- VOIP Linecord 4C 14FT Straight
- In Line Attenuator 3db
- In Line Attenuator 6db
- In Line Attenuator 8db
- VOIP surface mount jack 6P4C Ivory Type 625A2

Mediante la implementación de herramientas & procesos que optimicen el control de inventario se espera establecer una operación que logre:

- Eliminar el desperdicio de materiales.
- Reducir el re-trabajo en la requisición de materiales.
- El balanceo en la distribución de materiales.
- El control de calidad de los materiales que se suplen para brindar mejor servicio a los clientes.
- Visibilidad & consistencia del inventario.
- Reducir el "Lead Time".

### **Contribución de la Investigación**

La investigación de este proyecto reducirá significativamente el costo de inversión en materiales de instalación para el departamento de compras/ logística y operaciones técnicas, permitiendo un mayor control del inventario y suplido de materiales con el fin de incentivar a la compañía de telecomunicaciones a desarrollar proyectos atados a metodologías de "Lean Six Sigma", buenas prácticas de calidad que hagan lucir a la empresa con un alto cumplimiento en control de calidad ante agencias reguladoras de las telecomunicaciones como lo es la FCC (Federal Communications Commission) y brindando así un excelente servicio al cliente.

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

Las mejoras operacionales sostenidas se logran alineando todos los componentes alrededor de la necesidad del cliente mediante la manera en que las operaciones del día a día son medidas y manejadas utilizando estructuras, mecanismos y sistemas formales. Si nos remontamos a tiempos pasados metodologías de mejoras han sido implementadas por grandes compañías como Toyota en donde se implantó la primera metodología basada en los conceptos de "Lean", concebida por los grandes expertos en el Sistema de Producción de Toyota (TPS, por su sigla original). Desde entonces el concepto de "Lean" se empezó a implementar alrededor del mundo como un concepto de mejora

de procesos, pero enfocado en los “quick wins” o soluciones prácticas claras y rápidas de implementar, las cuales surgen de un análisis de procesos y actividades que agregan valor. En donde se busca eliminar defectos y liberar servicios de alta calidad, “Lean” tiene basados sus principios en maximizar la velocidad del proceso y separar actividades que agregan valor de las cuales no agregan [1]. Según se menciona anteriormente el sistema de producción de Toyota es la base del movimiento “Lean”, es decir, es el resultado final de aplicar el sistema de producción Toyota en todas las divisiones de una compañía. “Lean Manufacturing” y 6 sigma se conocen como las estrategias de mejora que en los últimos 10 años han dominado las tendencias de producción y excelencia en el servicio al cliente. La metodología “Lean” absorbió todos los sistemas conocidos en los años 80 como “justo a tiempo” (JIT) o “Just in Time”, en donde desde entonces “Lean” ha evolucionado en los últimos años acorde a la evolución del mercado global, pero en su esencia conserva los mismos principios. Generalmente se tiende a creer que “Lean Manufacturing” o automatización son dos formas de mejora excluyentes, sin embargo en un proceso de mejora, siempre primero se debe eliminar los desperdicios del proceso para no automatizarlos y así desarrollar eficiencia del proceso con inversiones muy bajas y entonces luego que el sistema alcance una eficiencia elevada y sea difícil mejorarlo se puede recurrir a invertir [2]. Por tanto, conociendo que “Lean” resulta ser exitosa en la industria de la manufactura no puede faltar investigar como mencionada metodología logra tener éxito en las industrias de servicios. Como todos sabemos, “Lean” se origina en las empresas manufactureras, aunque puede tener aplicación en cualquier ámbito. Es por eso que se hace referencia a un artículo titulado: “Lean Service”, una necesidad en los procesos de las organizaciones de servicio” con el fin de reflejar cuán importante es la aplicación de la metodología como reflexión sobre la calidad de los servicios y la eficiencia con la que se manejan de manera tal que se entiendan todos los tipos de

inflexibilidad que impactan el desempeño de un sistema de producción es crítico tanto en manufactura como en industrias de servicio. La gerencia “Lean” ataca 3 inhibidores claves de desempeño superior como lo son los desperdicios, inflexibilidad, variabilidad. Es por eso que se investiga y se estudia el poder conocer todos los tipos de inflexibilidades que impactan el desempeño de un sistema de producción, así como controlar/ limitar la variabilidad que afecta negativamente la calidad y entrega requerida por las condiciones de operación.

### **Aplicación de Lean en los Procesos**

- 1) Análisis de Valor (ID de desperdicios):
  - Actividades que añaden valor: Son las actividades que cambian la forma o la función del producto/ servicio y por las cuales el cliente está dispuesto a pagar.
  - Actividades que no añaden valor (Desperdicios): Son las actividades que no cambian la forma o la función del producto/ servicio y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.
  - Actividades de valor interno: Son las actividades que no cambian la forma o la función del producto/ servicio, pero que se deben llevar a cabo porque son requisitos del negocio (ejemplo: regulaciones financieras, leyes laborales, etc.)

Menos desperdicios significan menos costos, mejor calidad y rendimiento consistente. En donde reducir la inflexibilidad significa proveerle al cliente lo que quiere, cuando lo quiere y en la calidad correcta. En fin, eliminar o reducir la variabilidad significa mejorar la confiabilidad del proceso.

- 2) 5’S: conocida como una práctica de calidad de origen Japonés en donde se refiere al mantenimiento integral de la empresa como un enfoque que no solo va dirigido a las maquinarias, equipo e infraestructura, sino al mantenimiento y organización del entorno de

- trabajo. Es por eso que la metodología de 5'S propone 5 estrategias de organización:
- Ordenar: Distinguir entre lo que es necesario y lo que no lo es.
  - Almacenar: Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.
  - Limpiar: No limpiar demás, sino evitar que se ensucie.
  - Estandarizar: Todo igual siempre.
  - Mantener: Autodisciplina.
- 3) Poke-Yoke: Estrategia conocida como protección de errores. Implementar Poke-Yoke es eliminar defectos previniendo, corrigiendo, o llamando la atención antes que ocurran, de manera tal que se recomienda introducir mecanismos que hagan imposible cometer errores.
- 4) Trabajo estandarizado: El trabajo estandarizado busca que la tarea se haga siempre igual, produciendo el mismo resultado y haciendo que el resultado sea predecible. Nada sucede sobre una base confiable y sostenida, a menos que se construya un sistema con ese fin. La estandarización es lo que permite que esto suceda. Es de suma importancia involucrar a los que realizan el trabajo en la creación y revisión tanto de los procedimientos operacionales como de los trabajos estandarizados. Esta herramienta fue una de las más utilizadas por Toyota para los 1940-60s con el propósito de incrementar la eficiencia de los trabajadores y eliminar los desperdicios en sus tareas diarias.
- 5) Manejo visual: Este tipo de documento está diseñado para que cualquiera lo pueda entender no importa su experiencia, educación o destrezas. No todo el mundo es textual por lo que hace falta complementar con imágenes, pero no todo el mundo es visual por lo que hace falta la descripción detallada. Además, una imagen no debe incluirse sin atarla al paso pertinente ni sin indicar qué es lo que queremos reforzar de esa imagen. No todo el mundo tiene el mismo nivel de razonamiento

por lo que el documento tiene que ser lo más sencillo y fácil de seguir posible. A su vez, cognitivamente comenzamos a tener dificultades recordando tareas de más de 7 pasos. Es por esto que no se debe romper un proceso en más de 7 pasos. El manejo visual es un sistema empresarial que se enfoca en la comunicación efectiva con el objetivo de identificar oportunidades y resolverlas. Comunicando información relevante, se pueden resaltar áreas de desperdicios y oportunidades en donde se pueden tomar acciones correctivas.

Cualquier forma de señal visual o de exhibición que pueda transmitir la información a todo el que se acerque alrededor de la gama visible, resalta desperdicios para que se puedan corregir.

#### **Características de Lean**

- Transformar procesos con el objetivo de añadir valor al cliente.
- Mejora el flujo de trabajo.
- Identifica y elimina los desperdicios de manera continua en busca de la excelencia de nuestros procesos y servicios.
- Menos desperdicios.
- Reduce inflexibilidad en los procesos.
- Reduce Variabilidad en los procesos.

Según se mencionan previamente algunas de las características que traen consigo "Lean", para el mundo de las telecomunicaciones son aplicadas de la siguiente manera:

- En los **procesos** se verían impactados con las características de "Lean" en la manera en que no hayan averías de comunicación, de señal, de fibra y de servicio de Internet, sin producir defectos, en donde no exista tiempo inactivo y resulten procesos y roles estandarizados.
- En la **gente**, impactando a los empleados de manera tal que se hagan confiables los procesos para ejecutar su trabajo, fomentando buenos hábitos de trabajo con un nivel de habilidad apropiado y buena asistencia.

- En los **materiales**, implementando técnicas que reduzca los defectos y eliminando los escasos de materiales.
- En los **sistemas**, con calidad en la información que se provee y se trasmite, publicando la información a tiempo.

## METODOLOGÍA

La planeación de la calidad genera una gran cantidad de información que debe ser analizada y organizada sistemáticamente. Cuando una empresa desea mejorar un proceso o simplemente desarrollar un proyecto para optimizar procesos, incrementar productividad y ganancias y disminuir desperdicios es bastante probable que las industrias sigan diferentes exitosas estrategias de negocios como lo es aplicar la metodología “Six Sigma”. En donde se establece una introducción al diseño por Six Sigma como lo es la metodología de DMAIC, en donde se trata principalmente de reducir los defectos y errores en los productos, servicios y procesos existentes [3]. La importancia del diseño ha llevado a que se adopte “Six Sigma” para diseñar proyectos. Según la metodología de DMAIC esta se divide en cinco fases que fomentan el enfoque a un equipo de trabajo para lograr a tener un objetivo y una visión clara del problema a investigar, y a definir los controles y diseños que se requieren para lograr optimizar los procesos. Las etapas son las siguientes:

- I. Definir (D): Se identifica el problema, se define un equipo de trabajo y se desarrolla un plan de ejecución para el proyecto.
- II. Medir (M): Se planifica y se realiza una investigación para entender las necesidades de nuestros clientes y los requerimientos relacionados.
- III. Analizar (A): Se analizan todas las fuentes de información que pueda causar el problema que se desea optimizar para determinar la causa raíz de los defectos y las oportunidades de mejora
- IV. Mejorar (I): En esta etapa se diseñan soluciones que ataquen la causa raíz del

problema investigado y nos lleve a los resultados que espera el cliente, desarrollando un plan de implementación.

- V. Control (C): Luego de validar las posibles soluciones al problema, es necesario implementar controles que permitan asegurar que el proceso optimización se mantenga para así prevenir que la solución sea temporal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se discutirán todas las etapas de la Metodología DMAIC para ir sobre el proceso y capturar todas las variables utilizadas en los Principios de Manufactura de “Six Sigma”.

### Definir

Mediante el despacho de materiales de instalación se ha perdido el control de inventario de para la compañía de comunicaciones, ya que solo se llevaba a cabo control de inventario desde el departamento de compras & logística/ almacén internamente, pero sin mirar el nivel de consumo por cada técnico de operaciones que sale al campo de trabajo con una cantidad X de materiales, ya determinada por el suplidor vs el porciento de utilización diario. (Ver Figura 1).

Proceso Impactado	Problema Identificado	Observación del problema	Metas de optimización	Personal Involucrado en el proceso
Despacho de materiales de instalación	Los materiales de instalación están siendo despachados a los técnicos sin tener un control de la demanda & el % de utilización.	Se observa que los técnicos de operaciones técnicas están solicitando materiales de instalación para brindar servicios, sin embargo se observa una alta cantidad de material suplida en los vehiculos de los técnicos la cual no es monitoreada y a su vez no se les despacha una cantidad mínima de acuerdo a la demanda.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar el desperdicio de materiales.</li> <li>• Reducir el re-trabajo en la requisición de materiales.</li> <li>• El balanceo en la distribución de materiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Departamento de Operaciones Técnicas</li> <li>• Departamento de Compras &amp; Logística</li> </ul>

**Figura 1**  
**Desarrollo del Problema**

El proceso de despacho de materiales, requiere ser riguroso para no afectar el control de inventario ante la demanda y la estimación del porciento de utilización. Mencionado proceso tiene como propósito proveer a la empresa una guía de los materiales necesarios para su continuo y regular desenvolvimiento. Es por eso que el control de inventario tiene un valor significativo desde el punto de vista financiero y su valor siempre se

muestra por el lado de los activos en los balances generales. (Ver figura 2).

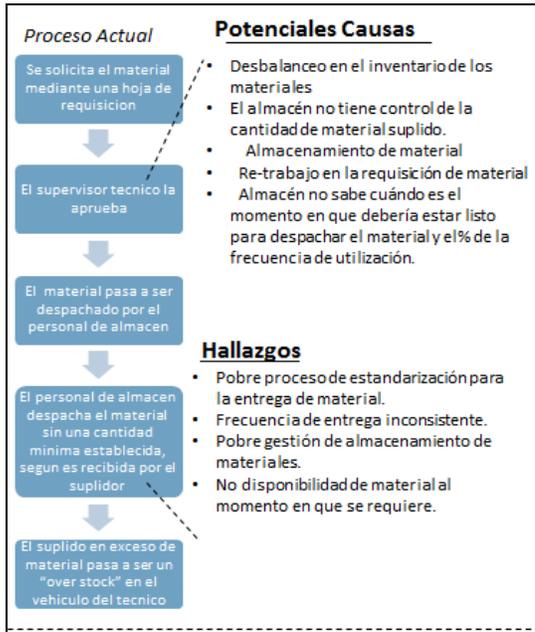


Figura 2

Proceso Detallado con sus Potenciales Causas y Hallazgos

### Medir

Durante esta fase se recolectó data de 3 potenciales y más costosos materiales (Conectores, Tap & Splitter) de instalación que causan un incremento en los costos de inversión y compra de materiales. Tomando en consideración una muestra de la cantidad de veces que un técnico utiliza los materiales al mes y por cada orden de trabajo. De manera tal que se pueda entender e identificar las posibles causas para la variación del despacho de los materiales. Como parte de esta investigación (Ver Figura 3, 4 & 5), se puede observar que existe una variación significativa en la utilización de los materiales mensualmente lo que ayuda a predecir la importancia de considerar el % de utilización/demanda de materiales antes de despachar los materiales y establecer un mínimo de materiales a despachar según la demanda del mes corriente. La medición en esta fase busca medir el desempeño actual del proceso de inventario que se busca mejorar, diseñando un plan de recolección de datos e identificando la fuente de los mismos.

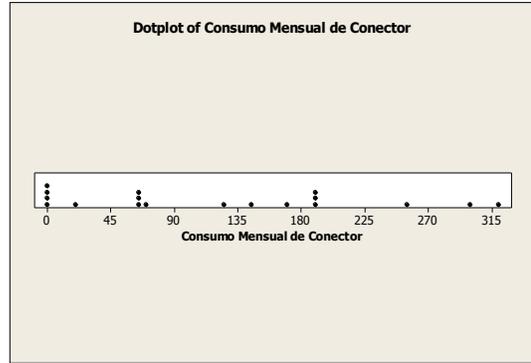


Figura 3  
Consumo Mensual de los Conectores

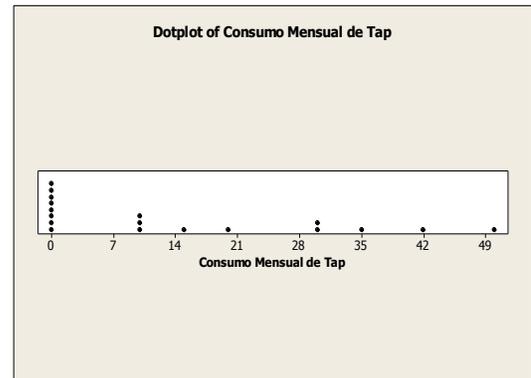


Figura 4  
Consumo Mensual de los Tap

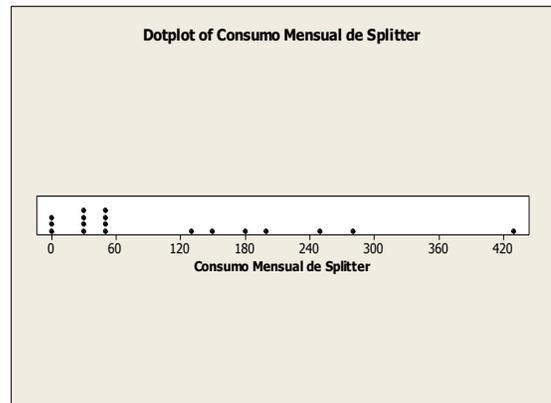


Figura 5  
Consumo Mensual de los Splitter

Basada en la variación en la demanda de los materiales se evalúan los reportes de consumo según la capacidad del proceso con el fin de evaluar porque no se establece consistencia en la utilización de los materiales y probando que mensualmente no se debe despachar la misma cantidad de materiales. (Ver Figuras 6, 7 y 8).

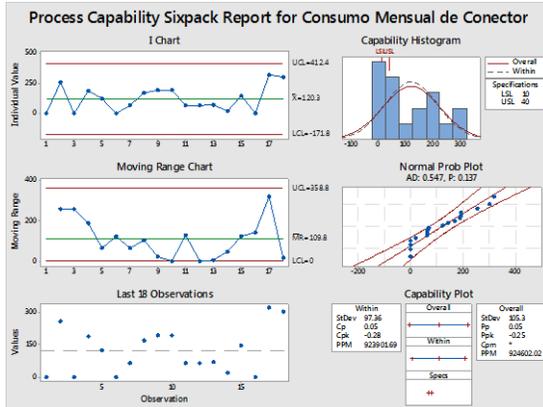


Figura 6

Análisis de Capacidad para el Consumo Mensual - Conectores

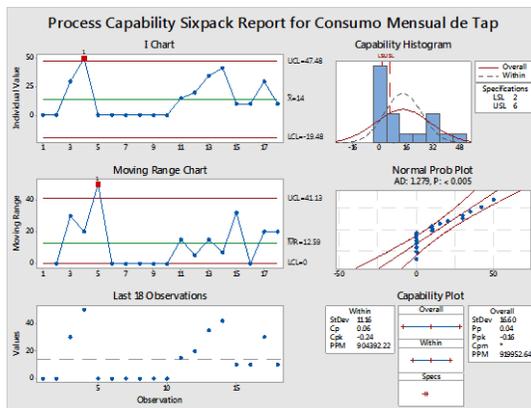


Figura 7

Análisis de Capacidad para el Consumo Mensual - Tap

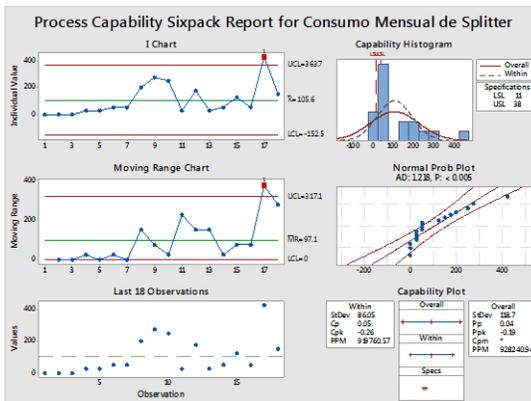


Figura 8

Análisis de Capacidad para el Consumo Mensual - Splitter

Las gráficas de “Process Capability” fueron utilizadas para evaluar la demanda mensual de materiales según el tipo de material. Basándonos en estas gráficas podemos concluir que existe una gran variación en el porcentaje de utilización de los

materiales, el consumo y lo que podrían demandar para así establecer una periodicidad de compra consistente con un mínimo y máximo de material por cada técnico. Lo cual concluye que no se tiene pronosticado cual debe ser el tiempo estándar para comprar cada tipo de material de instalación.

### Analizar

Mediante esta fase se determinaron posibles causas raíces que hacen el proceso de despacho de materiales inconsistente, las cuales ayudaran a la fase de control a establecer guías de solución.

- Herramienta de (5) Porqués:

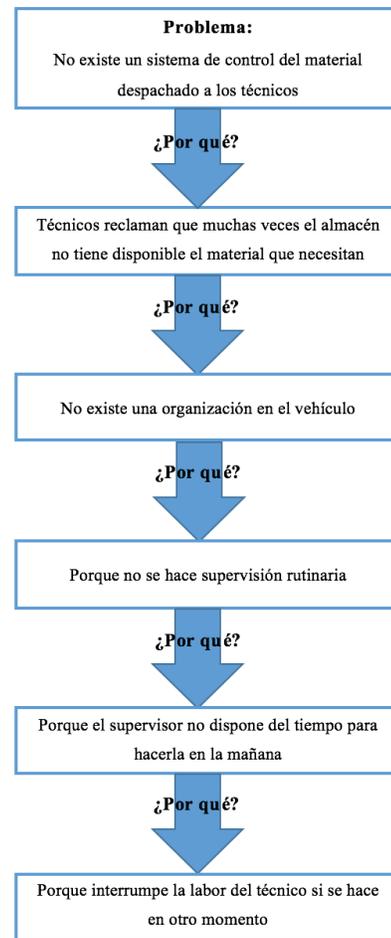
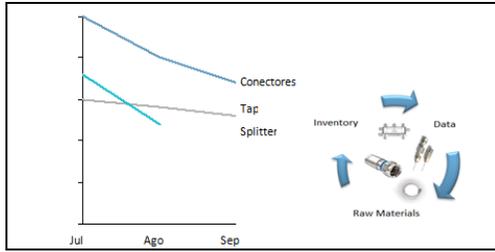


Figura 9

5 Porqués

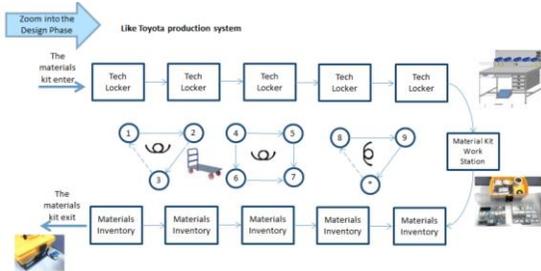
Se estudió la demanda de materiales mediante los meses de mayor cantidad de órdenes de trabajo y demanda de trabajo que recibe el técnico (Ver Figura 10).



**Figura 10**  
Gráfico de Demanda Mensual en los Meses Pico

**Control**

El objetivo principal de esta fase es establecer e implementar un control efectivo que asegure que se implementará un proceso de mejora continua, validando las capacidades a largo plazo, en donde se certifique la reducción de la causas raíces del problema, identificando si las soluciones adicionales son necesarias para alcanzar las metas con el fin de integrar y administrar soluciones diarias en el proceso de trabajo. Las siguientes herramientas que se ilustran como diseño de control se estableció por procedimiento de cómo se ejecutará el despacho de materiales de instalación entre el personal de almacén y los técnicos de operaciones, se consolidaron los pasos en un nuevo proceso de suplido y despacho de materiales el cual establecerá el tiempo que se les entregará nuevos materiales a los técnicos y el tiempo en el cual debe estar listo almacén para cumplir con la demanda. Estableciendo mínimos & máximos por cada material y de igual forma eliminado el suplido de materiales sin ser contabilizados se recomienda la estrategia de un “Kit” de materiales que contenga rigurosamente los materiales a ser utilizados según el análisis de la demanda (Ver Figuras 11,12, 13, 14,15).



**Figura 11**  
Nuevo Proceso de Despacho de Materiales de Instalación

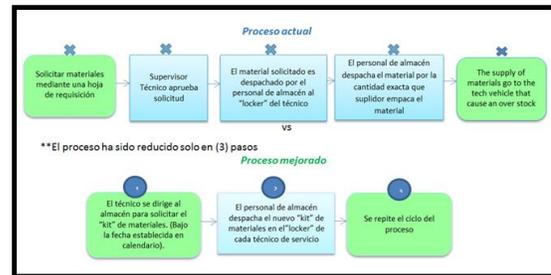


**Figura 12**  
Guía de uso para el Manejo de Materiales

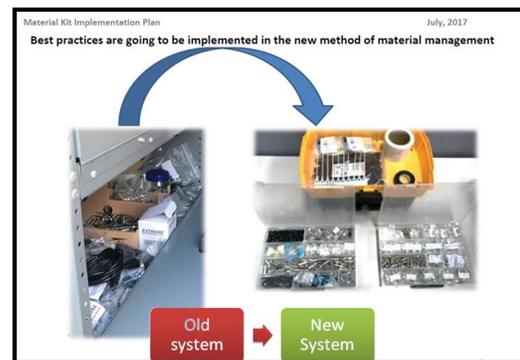
Material	Safety Stock (mínimo)	Review Limit (máximo)
Conector - #2301012	10	40
Tap - #2402022	2	6
Splitter - #2401002	11	38

**Figura 13**  
Límites de Especificación por Materiales

Con el fin de garantizar un suministro continuo y oportuno de los materiales, basados en medios de producción requeridos se asegura el control de calidad de los materiales y se pueden brindar los servicios de manera rítmica y sin interrupciones.



**Figura 14**  
Proceso de Despacho de Materiales Optimizado



**Figura 15**  
Plan de Implementación

## CONCLUSIÓN

Mediante esta investigación fueron identificadas las causas raíces que provocaban el descontrol de inventario en los materiales de instalación y se logró identificar la causa de la variabilidad en el despacho de materiales entre almacén, personal técnico y el departamento de compras/ logística. Para una empresa líder en comunicaciones en Puerto Rico, los empleados se sienten comprometidos en brindar un servicio de calidad en todo momento a todos nuestros clientes y si los procesos no están estandarizados y libres de desperdicios es bastante probable que los niveles de producción bajen y no exista control en la calidad de los servicios. Por tanto, por proyectos como estos, la compañía promueve un proceso de mejora continua, asegurándose de que los procesos y actividades sean unos de calidad continua, obteniendo como resultante la satisfacción del equipo de trabajo y de todos nuestros clientes.

En conclusión, en el resultado de “Six Sigma” con la metodología DMAIC se pudo observar que el proceso era manejable y se puede lograr un ahorro neto en la compra de materiales de hasta \$9,000 dólares mensuales con la implementación de herramientas que provee “Lean”.

## REFERENCIAS

- [1] KAF Consulting IT Business Oriented (2016, Ago.) *Lean Six Sigma* [Online]. Disponible: <http://kaf.com.mx/home/module-styles-mainmenu-46>
- [2] Lean Solutions. (1999-2017). *Lean Manufacturing* [Online]. Disponible: <http://www.leansolutions.co/conceptos/lean-manufacturing/>.
- [3] F. M. Gryna, *Juran's Quality Planning and Analysis: For Enterprise Quality*, 5th ed., New York: McGraw-Hill, 2007, pp. 699-707.