

Mejorar el Manejo de Materiales en Proyectos Utilizando Herramientas Lean

Pedro J. Díaz Marrero
Maestría en Ingeniería de Manufactura
Dr. Rafael Nieves
Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad Politécnica de Puerto Rico

Abstracto — El proyecto consiste en mejorar el manejo de materiales en los proyectos. Esto implica que los materiales, sea de proyectos capitales o proyectos rutinarios, se encuentran en la necesidad del mismo programa. Es necesario para reducir costos. El mismo también apunta a mejorar el compromiso del calendario y ahorro de recursos. En otras palabras, se establece un proceso Lean usando 6S, o 5S, como ejemplos para establecer el mismo. Así, el proyecto se compromete en hacer un programa sencillo y eficaz para el manejo de las cosas en los proyectos. Se encontró que las recomendaciones hechas ayudan a definir mejor los costos y el tiempo.

Palabras Claves – Costo, Lean, 6S, Tiempo.

INTRODUCCIÓN

Durante los proyectos (en este caso hay proyectos capitales y proyectos pequeños) hay mucha importancia entre los costos ya que los mismos se podrían reflejar como ganancias. Y existe mucho espacio para error en cuanto a los materiales. Uno de los más importantes es el error humano. El error humano provoca que los materiales desaparezcan o queden en el olvido cuando son necesarios aunque se hayan adquirido.

Descripción de Hallazgos

Durante estos tiempos, a causa de la globalización y los avances, los contratistas se han visto forzados a mantenerse competitivos en servicios y precios. En los proyectos, una de las partes más importantes son los materiales. La otra siendo los empleados. Efectivamente, el que ofrezca los mejores precios y calidad, es el sobresale entre la competencia.

Parte de estas cosas son cubiertas bajo calidad. La calidad es lo que sobre ver la existencia de otras

disciplinas como ingeniería, manufactura, controles, logísticas, etc. Precisamente eso es lo que convertiría este proyecto en una referencia de trabajo importante. Eso se debe a que establecer controles es una de las metas iniciales para el mismo. A su vez, bajo esos controles, se establecen roles de trabajo. Tales filosofías impuestas por calidad, son importantes para el desarrollo en cualquier disciplina para fomentar la competitividad entre compañías, ambas grandes y pequeñas. Eso, Juran lo dice en sus propias palabras en su “Quality Handbook”. [1] A continuación, la Figura 1 muestra en forma sencilla lo que involucra calidad.



Figura 1

Breve Ilustración sobre las Partes de un Proyecto en General

Como mencionado, los materiales ocupan gran importancia durante el proceso de elección ya que los mismos conllevan costos a los proyectos. Los costos pueden depender mucho de cuan costosos sean los materiales, e incluso sobre la

disponibilidad de los materiales. En cuanto a la disponibilidad, hay dos opciones. Almacenarlos en un lugar de su preferencia y usarlo cuando sea necesario, o esperar a que lleguen para usarlos en ese mismo momento.

Generalmente, esperar a que llegue el material, no es una opción muy buena ya que si se está invirtiendo en el material, se ha establecido una necesidad por el mismo. El mismo pertenece a casos extremos cuando el equipo es muy grande o hay que esperar a un tiempo adecuado para ejecutar como lo son con los equipos de proceso. Es por eso que el contratista prefiere tener los materiales almacenados hasta ser necesario ya que el trabajo se completa más rápido. Eso quiere decir que el contratista también puede hacer trabajos adicionales y tener más ganancias. En P. Gopalakrishnan, Handbook of Materials Management [2] se puede observar una idea de lo dicho.

Objetivos de la Investigación

Los objetivos para la investigación son como continúan:

- Establecer un proceso simple y general para ayudar y fomentar la organización en el manejo de materiales.
- Responsabilizar a los empleados y sus supervisores en cuanto al manejo de materiales.

Contribuciones de la Investigación

El procedimiento establece una forma sencilla para fomentar la organización y a su vez documenta el uso y manejo de los materiales. Esto disminuiría el error humano ya que el empleado estaría obligado a seguir protocolo. También le daría la flexibilidad a la compañía para seleccionar y darles oportunidad a otros candidatos en su selección de empleados, y supervisores, ya que la obligación los ata a ciertas responsabilidades. Al darle esas responsabilidades, no estarías dependiendo de la cultura o costumbre que el empleado haya desarrollado en su vida o experiencia profesional. A su vez, esto los responsabiliza. Eso implica que entre los supervisores y empleados. Eso implica que entre los supervisores y empleados, se harían

cargo por los materiales y los mismos atacan el problema sin necesidad de “outsourcing”.

REVISIÓN DE LITERATURA

Existen varios entrenamientos para manejo de materiales en los almacenes locales. Esto se debe a que la mayoría de las plantas necesitan almacenes de piezas adicionales para sostenerse. No pueden estar permitiendo que una válvula le pare la producción o se la atrase por dos (2) semanas. Es por eso que la mandan a pedir como pieza adicional. Y en el caso de que falle, la rempazan por la nueva y determinan si es necesario seguir adquiriéndola o si la van a remplazar por un equipo más completo. Ese remplazo ocurre mayormente en proyectos capitales donde se implementan ideas nuevas y más eficientes para aumentar calidad, producción y eficiencia.

Para esos casos, existen certificaciones y entrenamientos. Mayormente son aquellos con manejo de piezas adicionales o “Spare Parts”. Son entrenamientos que educan al personal a mantenerse al día con materiales y manejo de inventario. A su vez, esos entrenamientos también incluyen manejo de costos, manejo de piezas e inventario, mantenimiento, etc.

Adicional a eso, el manejo de inventario es un proceso costoso. Mantener inventario en empresas ya es un riesgo porque la pieza puede dañarse antes de ponerse en uso. Y eso representa una pérdida. Por encima de eso, también es importante el manejo de inventario ya que son muchas piezas. Hay que recordarse donde están para el uso de las mismas. Y hay que tener el listado disponible al día, ya que si falta una pieza, hay que mandar a buscarla lo antes posible y eso también representa costos adicionales. [3]

En el caso de los contratistas, esos entrenamientos no les sirven de mucho. No les sirve ya que el trabajo de ellos no depende de un solo lugar. Ellos, para sostener a la empresa, tienen varios proyectos en varios lugares. Por ende, no pueden mantener un inventario tan rico como el que varias empresas lo tendría ya que involucraría

muchos costos y manejos complejos de inventarios. Por encima, también esos entrenamientos son costosos debido a la complejidad de los mismos. Y a una compañía contratista, no le conviene invertir en costos adicionales por esos recursos. No les conviene invertir en esos recursos ya que los mismos son bien costosos también y representan mucha inversión de tiempo a su vez. Tal se puede asumir sobre lo que se expresa en A. K. Datta, *Materials Management: Procedures, Text and Cases*. [4]

Bajo tales definiciones, se puede llegar a un acuerdo que la ejecución, el compromiso de tiempo y el costo son involucrantes grandes para decisiones en un proyecto. Las mismas constituyen que dicta el proceso. A continuación, la Figura 2 enseña gráficamente la representación de lo hablado.



Figura 2
Ilustración sobre Ejecución de un Proyecto

Como quiera, eso no significa que corren gastos en los mismos procesos a los cuales se les puede aplicar en una empresa. Comoquiera para los proyectos es importante mantener el inventario al día, y saber dónde están las piezas al igual que mantener el área organizada. Este proceso intenta evitar perder inventario y mantener un área segura. Pero es inevitable cuando no hay un responsable o un encargado en específico mantener un área de una forma “deseable” cuando todos son responsables por el mismo. Se debe a que hay tantas maneras de organizar las cosas, que lo que uno ve organizado, no necesariamente es organizado o fácil para el otro.

Por encima de eso, también hay problemas de espacio en las empresas. Las empresas ya tienen su espacio contado para sus propios desordenes. No hay porque seguir añadiendo al problema, y mucho menos si te están pagando por un servicio. En base a esto, los contratistas están dependiendo de la experiencia y la cultura creada por la compañía. Añadiéndole a eso, la experiencia y la cultura viene de cuando una compañía invierte dinero y tiempo en el contratista. Eso puede significar costos inapropiados ya que durante ese tiempo y dinero, estas en el campo y no en un salón. Tanto así que el termino se denominaría “Learning on the Job”, o aprendiendo mientras trabajas en el campo. Eso puede provocar errores que no quieres ya que pueden dañar la reputación y hasta dañar las oportunidades que se le podían haber concedido en el futuro.

Tales errores se componen en perder materiales cuando son necesarios o usarlos para lo que no son. Hay materiales que se parecen unos de los otros. Y sin la experiencia, se puede volver fácil confundirlos para el uso. Y no se dan cuenta hasta antes de ensamblarlos o después de hacerle pruebas. Cuando ocurre un error, eso puede confundir al cliente ya que tenían instrucciones específicas. Por encima de eso, es una pérdida de tiempo y recursos encontrando el error, para después corregirlo y representa un costo para la empresa ya que tiene que volver a invertir en la validación del mismo.

También, muchos materiales requieren un tiempo de espera para que lleguen al inventario. Y es importante tener el material disponible para cuando se necesita. Otro error común tiene que ver con esto. Se les pierde el material y lo vienen a encontrar cuando ya invirtieron en la otra pieza. Al invertir tanto, también eso representa costos. Mientras tanto, estos errores se pueden evitar con tan solo la educación sobre los mismos. Michael Ballé en “The Lean Manager” y James P. Womak en “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation” lo expresan en sus libros [3] [5].

METODOLOGÍA

En este proyecto, el entrenamiento se propone enseñar sobre el manejo de materiales. Se va a dirigir a los contratistas, por ejemplo cual cuyo proyectos dependen de cuan responsables sean. Una de las preocupaciones es la organización de materiales y transportación de los mismos. Para eso, idealmente se sacaría un vehículo dedicado por planta. De no poder hacer eso, se procedería a un baúl cual cuyo mismos no son muy costosos. En esos baúles, pues se guarda lo perteneciente al proyecto de la planta. Pero, si hay muchos proyectos en la misma planta, preferiblemente debe haber más baúles ya que uno iría a un proyecto, y el otro, al otro proyecto. Esto evitaría confusión de materiales.

La organización de los baúles debería de hacerse no más tarde de la noche antes de salida. Esto permite un orden y preparación para evitar ajoro. También disminuye la posibilidad de errores humanos. Los mismos van a contener los materiales que se planifican usar y un memo con una carpeta conteniendo el listado de los materiales que están en el baúl, y estatus de materiales en espera. La lista debe de actualizarse por propósitos de documentación.

A su vez, las recomendaciones van a mantenerse firme en responsabilizar a un dueño para estos tipos de ejercicios. Eso es para evitar confusiones entre materiales, y también documentar y mantener consistencia entre los procesos. Preferiblemente el líder del grupo o el manejador del grupo van a estar a cargo del mismo, si no es alguien dedicado para el manejo de materiales. Como mencionado anteriormente, esto es un proceso en el cual depende de documentación. Se va a proveer la manera para hacer lo mismo ya sea en el campo y formal. Se tiene que documentar en el campo para facilitar las actividades y hacer un proceso mucho más simple. Además, también la responsabilidad va a evitar confusiones o errores con los materiales en el sentido de que no hay mucho personal manejando los mismos, y se va a

conocer directamente cual fue el problema con más agilidad.

En adición, para proyectos que son un poco más grande y requieren gran cantidades de materiales (ejemplo siendo proyectos capitales), pues se les va a dar recomendaciones sobre cómo mantener la carpa/vagón. Además, mantener todos los documentos visibles, y identificar las piezas correspondientes en los planos isométricos o los planos de ensamblaje para evitar confusiones cuando los materiales se parecen. También eso ayudaría en agilidad de escoger los materiales, encontrarlos y hasta mantener y documentar uso de los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos fueron bastante amplios como esperado. Hubo muchos efectos positivos, aunque también hubo negativos. Se notó mejoría en otros aspectos no identificados anteriormente. Esto le debe añadir valor ambos al proceso y al experimento a largo plazo. Este proceso se llevó a cabo en un área más difícil de trabajar debido a su limitación de espacio. Esto hace los hallazgos más interesantes. A su vez, también se notaron ciertas observaciones a las cuales se pueden convertir en recomendaciones para futuras discusiones o experimentos. Pero eso se discutirá en el próximo capítulo más en detalle.

La organización del proyecto fue el área donde más se observó mejoría. El proyecto andaba siempre limpio y organizado en sus procesos. Los materiales necesarios entraron al proyecto y se mantuvieron en orden. También se observó que los materiales se encontraban con facilidad. Esto a su vez también les permitió usar los materiales y buscarlos con más seguridad en el proceso.

Durante este proceso, los materiales y equipos se dividieron en dos categorías sencillas. Por un lado estaban los pesados y por otro los de alto uso. Los pesados mayormente se compusieron de equipos y herramientas. No necesariamente fue material de construcción. La gran mayoría de los materiales se pusieron en la sección de alto uso. Esto se determinaba por el peso del

equipo/material. Si el equipo, o material, pesaba mucho, pues debía estar en esta sección. Ejemplos de esto son pulidoras de diamantado o galones grandes de pintura. Si el material se consideraba liviano y de alto uso, pues se categorizaba bajo el grupo de alto uso. Ejemplos de estos son sacos de piedra, latas de epoxi, y pulidoras de trabajo mojado. A continuación, la Figura 3 da luz gráficamente a lo que se explica anteriormente para visualización.

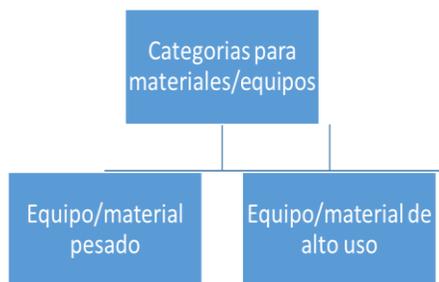


Figura 3

Categorías Usadas para Definir los Equipos y Materiales

Estas categorías jugaron un rol crítico en la organización. Se debe a las razones por las cuales se organizaron así. Las mismas coinciden en establecer un proceso seguro con un área segura para evitar accidentes o eventos. Se ha probado que mientras más mantengas los accidentes y eventos a un mínimo, más fluye el proceso.

Los equipos y materiales pesados se colocaron cerca del área de trabajo los cuales permitían el manejo seguro de ellas y minimizar accidentes que pudieron ocurrir. En veces anteriores, accidentes podían ser desde mal movimientos de máquinas que provocaban accidentes por actos inseguros o también que el equipo se rompiera por tales movimientos. El establecer esta categoría también era de importancia para saber cuáles iban a ser necesarios en el área. A el área ser con espacio limitado, no puedes tener todas las cosas que quisieras tener en los proyectos. Por lo tanto, estableces lo esencial para el día.

Los equipos y materiales de alto uso se colocaron en un orden por accesibilidad. Los equipos se colocaron de una manera similar a la cual colocamos a los pesados. Al ser cosas livianas, se colocaban en un área que se pudiera

mantener en movimiento. Estas cosas no eran de alto riesgo al moverse. Este caso lo que mayormente pasa es que se mancha una pared o el piso. Tales eventos no provocan tanta pérdida de tiempo en el proceso por lo cual tratar de evitarlo puede complicar más la situación que la acción correctiva para el evento.

Como el espacio sigue siendo uno sumamente limitado, parte de estos equipos no se encontraban en el área de uso. Tenían que dejarse en el camión donde vino. Pero, como dice la categoría, son cosas fáciles de mover. Por lo tanto, para aprovechar los viajes, las cosas que no se necesitaban, se devolvían al camión y se entraban las que se necesitaban en el momento. Como los equipos son menos susceptibles a daños o provocar tiempo perdido, pues la preferencia era darle prioridad a los materiales. Los equipos eran los que se decidían dejar en el camión, en otras palabras.

Tal proceso ayudo a mantener orden en el área. El rendimiento del material no se vio afectado debido a que siempre estuvo manteniendo su movimiento a un mínimo dada las prioridades. El área se encontraba organizada y accesible al trabajo. Por otro lado, los movimientos si se encontraron en aumento debido al entra y sale de cosas esenciales. Pero siempre se encontraron, y no fue mucho la pérdida de tiempo en comparación con el tiempo por el cual la actividad se tomó en llevar a cabo. Por lo tanto, como mucho se repite, eso disminuyo la pérdida de tiempo. Por lo tanto, la perdida de ganancia y disminución de accidentes, o eventos, se mantuvo a un mínimo.

Muchos de los contratistas pueden encontrar esta parte un poco incomoda al ser algo por lo cual no acostumbran a ver. Esto se expresó en vastas ocasiones. Pero el área se mantuvo organizada de una forma que mantenía las cosas accesibles. También se notó un orden en los movimientos a los cuales dejaron que las acciones y las actividades se completaran con más seguridad. Al tener lo esencial al momento, evitaba tener que entrar en lo que es el buscar, mover cosas de actos inseguros para salir del paso, y hasta evitar perder materiales

o equipos. En otras palabras, estas aumentando el rendimiento del material y verificando los equipos.

El efecto de esa manera dejo ver que si había que corregir algo, la acción se tomaba con anticipación. Eso también disminuye tiempo perdido en el proceso. En proyectos anteriores, tales situaciones provocaban muchas horas extras de mano de obra por el cual el contratista pierde dinero para mantenerse en el horario de las actividades acordadas de día a día.

Gracias a este efecto, la anticipación llegaba antes de la necesidad y siempre se mantuvieron en horario. Muchas veces salieron hasta más temprano. Debido a eso, el contratista al ahorrarse ese tiempo, puede decidir si adelantar procesos o dejar las cosas al paso para dar buenas verificaciones con más detalle al trabajo. A su vez, aumenta la ganancia porque no está invirtiendo dinero que creía que necesitaba para continuar con el proceso.

Como mencionado anteriormente, la seguridad fue otro aspecto que contribuyo mucho a la mejoría. La seguridad juega una parte importante en los procesos para mostrar compromiso y responsabilidad para la planta. El mantener un proceso definido de donde se encuentran los equipos, como se van a organizar y como se van a usar, pues elimino varias inseguridades al establecer un alineamiento entre los empleados. A su vez, el alineamiento ataco el rol de cada empleado en las actividades que se llevaran a cabo durante el día y pretendía que cada uno estuviera pendiente uno del otro ya que sabían cómo se iba a bregar la situación.

Sucesivamente, lo que se va viendo son características muy similares a lo que constituye un 5S o 6S (como preferiblemente se llame). El mismo establece un orden, estandarización para continuación, limpieza, seguridad para protección, etc. Por ende, el proceso continuamente es soportado por organizaciones para seguridad propia al igual que compromiso. La Figura 4 explica gráficamente lo expresado.

Por último, la última parte que mostro mucha mejoría y es sumamente importante para proyectos

corriendo bajo manufactura continua es la limpieza. Al establecer un sistema que recoge organización y seguridad, otra cosa que se le puede añadir para detallar el proyecto y mantenerlo bajo expectativas es la limpieza. Eso es importante para evitar todos los eventos causados por contaminación cruzada. También, tales pueden afectar la maquinaria y el producto producido por lo cual, si algo en el sistema falla, puede provocar efectos adversos en el consumidor. Cosa cual afecta la confiabilidad de la compañía.



Figura 4

Programa 6S por el Cual se Imitó Durante el Proceso

La limpieza ayudo a facilitar la disposición de desechos no necesitados. Ya que era basura, se estableció que una vez se organizara en una esquina no necesaria para trabajo, pues se llevaba hacia el dispositivo correcto de la forma correcta. Mayormente se aprovechaba durante este suceso para buscar materiales o equipos necesarios y de esa forma no perder el tiempo invertido para los movimientos.

En resumen, al establecer el proceso, las partes se resumen desde mayor hasta menor por peso. El primer paso, se entiende que es lo más general. Esa es clasificada como la organización. El segundo paso ya es un poco más en específico que es la seguridad. Esa diferencia es notable porque la seguridad depende del proceso y las actividades del día a día, mientras que la organización solo depende de la logística del trabajo con intención de establecer seguridad a su vez. La tercera es la

limpieza. Por razones obvias, esta es la más específica porque depende de mucho detalle. La Figura 5 muestra el proceso y su orden para establecer el orden del proceso de una forma sencilla.



Figura 5
Orden para Seguir Pasos y Verificar que Programa se Lleve a Cabo

Una vez se ven esos efectos, empieza a entender más cosas como efectividad de trabajo, organización de actividades, empleados organizados. El mismo proceso va educando al contratista para hacer un trabajo efectivo para el cliente. El rendimiento de los materiales se vio en un aumento, las horas de trabajos se vieron en disminución, la limpieza y la organización se vio en aumento, y los accidentes se vieron en disminución. Dentro de cada uno de estas actividades parte del proceso, hay mucho que observar. Por ende, la explicación del mismo es importante. Tristemente, al igual que la ingeniería, mucha de estas cosas se aprende por experiencia. Y eso es lo que procede a atacar un curso el cual podría certificar a alguien como educado en el proceso. Claro, la sencillez que de establecer el proceso puede sugerir de otra forma. Es durante la ejecución que uno se da cuenta que la continua educación es la única forma de crear esa cultura dentro de las costumbres. Por ende, también se ponen los supervisores a cargo del mismo proceso. La Figura 6 enseña ejemplos sencillos a que observar durante los pasos para ayudar a definir los mismos.

Todo eso, al final contribuye a que todos ganen debido a que los costos y el tiempo se mantienen a un mínimo tal por el cual las actividades son más cómodas para ejecutar. La única parte que se vio afectada por el mismo programa, son los

movimientos de equipos y cosas. Pero solo porque fue en un aumento. Comoquiera, no son cosas fuera de rutina. Dado ese dato, no es un problema que puede causar consecuencias graves y es más como un riesgo calculado y esperado.

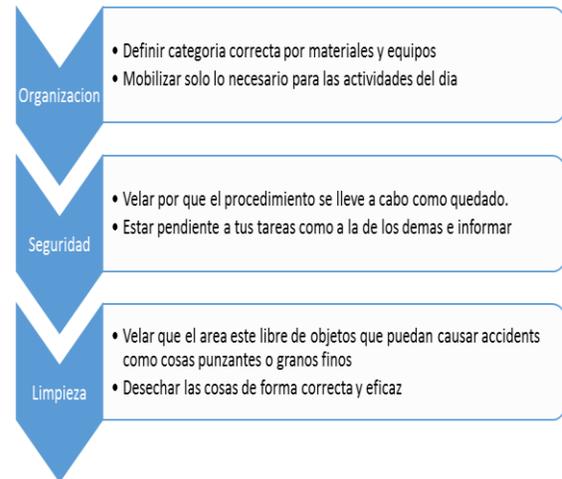


Figura 6
Ejemplos Sobre que Observar en los Pasos para el Programa

CONCLUSIÓN

Para concluir el proyecto, varios de los objetivos fueron alcanzados durante el mismo. Se estableció una serie de recomendaciones por la cual el contratista se puede dejar llevar para exitosamente llevar a cabo un proyecto. Los mismos pueden ser capitales o rutinarios.

Durante el proceso, se establecieron varias cosas para llegar a los objetivos. Entre ellas, el 6S y los objetivos Lean fueron importantes para seguir pasos. No siempre se explicó así debido a la complejidad de los temas. Pero fue para cumplir con el objetivo que establece que el programa debe ser sencillo. Eso permitió que el programa fluyera ágilmente y todos lo siguieran con problemas mínimos.

Lo que es Lean, se observó durante los procesos para agilizar y eliminar basura o pérdida de tiempo. Solo se tenía lo necesario en las facilidades para las actividades. Además, siempre se mantuvo la limpieza y seguridad como objetivo, además de la organización. Tales cosas jugaron un rol definitivo para que el proyecto se mostrara como exitoso bajo el punto de vista del programa.

Lo bueno de este proceso es en especial lo sencillo que se vio dejar hacer. Claro, no es fácil matar costumbres ya que pertenecen a una cultura. Eso es en especial de lo practicado durante años. Pero el proyecto mostro que el mismo no es en vano ya que ayuda a mantener una posición firme y competente ante las otras industrias que ejecutan trabajos similares. La Figura 7, explica porque lo ejecutado se puede considerar parte de un programa Lean una vez ejecutado el programa.



Figura 7

Procesos de un Sistema Lean, Provocados por el Programa

Otras cosas que se mostraron durante el transcurso fue la necesidad de documentación. Tales cosas son buenas, pero mostraron ser complejas para el usuario bajo tanto movimiento. Tal vez, con recursos adicionales o con mayor cantidad y flexibilidad de tiempo, esta hubiera sido una buena opción. El mejor ejemplo cae sobre proyectos capitales donde los proyectos duran meses, sino años.

Tal documentación puede probar ser vital para mantener un inventario bajo monitoreo constante en especial cuando los empleados renuncian o desertan los proyectos. Esto caería bajo una recomendación para futuros proyectos.

REFERENCIAS

[1] Juran, J. M., *Juran's quality handbook*, 5th Ed., New York: McGraw-Hill, 2008.
 [2] Gopalakrishnan, P., *Handbook of Materials Management*, 1st Ed., New Delhi : Prentice-Hall of India, 1993.

[3] Womak, J. P., *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Revised and Updated, 1st Ed., New York: Simon and Schuster, 2010.
 [4] Datta, A. K., *Materials Management: Procedures, Text and Cases*, 1st Ed., New Delhi : Prentice-Hall of India, 2005.
 [5] Ballé, M., *The Lean Manager*, 1st Ed., Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute, 2009.