

Plan to Improve the Production System for Company Dedicates to the Manufacturing of Children's Furniture

Jonatán Edward Rojas Polo, Mg.¹, Claudia Sánchez Leyton¹, y Carmen Andrea Aparicio Meza¹

¹Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, jrojas@pucp.pe, c.sanchez@pucp.pe, carmen.aparicio@pucp.pe

Abstract- *This research sets an improvement approach for a small wood and melamine furniture manufacturing business, locate in the city of Lima. The wood manufacturing sector was selected due to the rise of the requirement of its products, as shown by the 6.6% increase on the furniture demand in Peru. (Cámara Peruana de la Construcción; SUNAT, 2015). Besides, after an analysis of the sector and according to the GDP of Peru a decrease of this management indicator in the wood and furniture manufacturing category was shown (BCRP, 2014). With the two scopes one can come to a conclusion that this sector has a low response capability for the actual market demand, which defines the main problem. This research pose the implementation of Lean Manufacturing tools and operations planning concepts, whose application manages to improve the organization performance in the following aspects: a) plant resources organization, b) production planning on par with plant capacity, c) plant capacity increase, and d) lower percentage of rework in the final batch. At last, after the economic analysis one can conclude that the approach is viable because the indicators such as IRR and NPV are positive and higher than the initial investment and the WACC of the business, respectively. The values are: NPV = S\\$. 27,808.19 and IRR = 28.4%.*

Keywords-- *Kids furniture production, Lean application in small business, process improvement.*

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.209>
ISBN: 978-0-9822896-9-3
ISSN: 2414-6390

Propuesta de mejora del sistema de producción de una empresa dedicada a la fabricación de muebles infantiles

Jonatán Edward Rojas Polo, Mg.¹, Claudia Sánchez Leyton¹, y Carmen Andrea Aparicio Meza¹

¹Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, jrojasp@puccp.pe, c.sanchezl@puccp.pe, carmen.aparicio@puccp.pe

Abstract– This research sets an improvement approach for a small wood and melamine furniture manufacturing business, located in the city of Lima. The wood manufacturing sector was selected due to the rise of the requirement of its products, as shown by the 6.6% increase on the furniture demand in Perú. (Cámara Peruana de la Construcción; SUNAT, 2015). Besides, after an analysis of the sector and according to the GDP of Perú a decrease of this management indicator in the wood and furniture manufacturing category was shown (BCRP, 2014). With the two scopes one can come to a conclusion that this sector has a low response capability for the actual market demand, which defines the main problem. This research pose the implementation of Lean Manufacturing tools and operations planning concepts, whose application manages to improve the organization performance in the following aspects: a) plant resources organization, b) production planning on par with plant capacity, c) plant capacity increase, and d) lower percentage of rework in the final batch. At last, after the economic analysis one can conclude that the approach is viable because the indicators such as IRR and NPV are positive and higher than the initial investment and the WACC of the business, respectively. The values are: NPV = S/. 27,808.19 and IRR = 28.4%.

Keywords– Kids furniture production, Lean application in small business, process improvement.

Resumen – La presente investigación plantea una propuesta de mejora para una pequeña empresa dedicada a la fabricación de muebles de madera y melamina, localizada en la ciudad de Lima. Se seleccionó el sector de la carpintería debido al creciente requerimiento de este tipo de productos, evidenciado en el aumento del 6.6% de la demanda de muebles en el país (Cámara Peruana de la Construcción; SUNAT, 2015). Además, tras el análisis del sector y de acuerdo al PBI del Perú se observó una disminución de este indicador en el rubro de actividades relacionadas con la madera y muebles (BCRP, 2014). Con estos dos alcances se puede concluir que este sector tiene una baja capacidad de respuesta para la demanda existente en el mercado, lo cual define el principal problema encontrado. Esta investigación plantea la implementación de herramientas de Lean Manufacturing y conceptos de planificación de operaciones, cuya aplicación en conjunto logra mejorar el desempeño de la organización en los siguientes puntos: a) Organización de la planta en cuanto a recursos, b) Planificación de la producción de acuerdo a la capacidad de la planta, c) Aumento de la capacidad de planta, y d) Reducción del porcentaje de reprocesos del lote final. Finalmente, tras el análisis económico se puede concluir que la propuesta es viable pues se obtienen indicadores como el VAN y la TIR positivos y mayores a la inversión realizada y al WACC de la empresa respectivamente. Estos valores son: VAN = S/. 27,808.19 y la TIR = 28.4%.

Palabras clave: Producción de muebles infantiles, aplicación de Lean en pequeñas empresas, mejora de procesos.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.209>

ISBN: 978-0-9822896-9-3

ISSN: 2414-6390

14th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Engineering Innovations for Global Sustainability”, 20-22 July 2016, San José, Costa Rica.

I. INTRODUCCIÓN

La carpintería es una actividad que pertenece al sector manufacturero, la cual se encarga del trabajo en madera y sus derivados [1]. En el Perú, hay muy pocos estudios relacionados al sector; esto se debe a su alto grado de informalidad y además no se considera el gran potencial que tiene este sector en el mercado. Un factor importante a tener en cuenta es que la mayoría de las empresas dedicadas a la carpintería son microempresas que son tradicionalmente familiares, con poco avance tecnológico, que poseen productos heterogéneos y en su mayoría están ubicadas en las zonas de Villa El Salvador y Villa María del Triunfo; en este último distrito se tiene un perfil empresarial básicamente compuesto por Mype's con predominio de las microempresas de tamaño reducido [2].

De acuerdo a los datos obtenidos de las publicaciones que realiza el Banco Central de Reserva del Perú, específicamente en las fichas del sector de manufactura es posible identificar el comportamiento del sector a través del índice del PBI que representan las actividades relacionadas con la madera y muebles [3]. Este ratio muestra que no ha existido un aumento en la oferta comparando los trimestres del 2012 y los del 2013; lo que indica la paralización de la oferta. Por otro lado, también es importante mencionar que existe un creciente requerimiento de muebles de madera, evidenciado en el aumento del 6,6% de la demanda de muebles en el país [4].

De lo mencionado, se puede concluir que la situación del sector es incongruente, pues se observa una paralización del crecimiento del PBI para este sector; y por otro lado, el aumento de la demanda de este tipo de productos. Esta situación puede deberse a dos factores diferentes: El primero es que la oferta no sea suficientemente grande para satisfacer el mercado, generándose la situación en la que la demanda es mayor a la oferta. Por otro lado, el segundo factor hace referencia a que los datos publicados por el BCRP consideren solo a las empresas formales en el rubro y no se tenga presente que el 65% de las empresas en el país sean informales [5]. Actualmente, la industria maderera en Lima Sur, se desarrolla como un emporio similar al de las confecciones en Gamarra. Este sector, representado por los distritos de Villa El Salvador y Villa María del Triunfo, es el primer conglomerado productivo de muebles en el Perú, pues genera 10 mil puestos de trabajo para hombres y mujeres, trabajadores empresarios, y empresarios de la pequeña y micro empresa, que gracias a su creatividad,

esfuerzo, dedicación y emprendimiento, son los protagonistas directos de la industria de la segunda transformación de la madera [6]. Sin embargo, las empresas de este rubro desconocen el mercado y sus necesidades, el 84% de los empresarios declara producir para el “público en general”. Por esta razón gran parte de la producción de las MYPE’s no está comprometida y se destina inmediatamente a la exhibición y venta, iniciando un nuevo ciclo de producción luego de ésta. No existen controles de niveles de inventarios, situación que demuestra la escasa planificación y organización de la producción y la comercialización de los productos [6]. Por este motivo, se propone realizar un análisis del sistema productivo de una micro empresa que pertenece a este sector, basando este análisis en las herramientas de la planificación y control de las operaciones complementadas con algunas herramientas de la manufactura esbelta que permitan administrar eficientemente el flujo de valor de esta empresa.

II. ESTADO DEL ARTE

A. Manufactura esbelta (LEAN): La Manufactura Esbelta es una filosofía japonesa que contiene varias herramientas que ayudan a eliminar las operaciones que no agregan valor al producto o servicio y a los procesos para lograr el aumento de valor a cada actividad realizada [7]. Esta filosofía nace luego de la Segunda Guerra Mundial, en la que Eiji Toyoda y Taiichi Ohno se dieron cuenta que la manufactura en masa era muy difícil de replicar; por lo que concluyeron que este tipo de producción no funcionaría en Japón. De esta conclusión nació lo que ahora se denomina Manufactura Esbelta [8]. El pensamiento Lean provee una manera de hacer más con menos; menor esfuerzo humano, menos equipo, menos tiempo, menos espacio con el objetivo de acercarse más a lo que los clientes requieren [9]. Es decir, esta metodología implica dar al cliente lo que quiere, cuando lo quiere y no desperdiciar nada en el proceso.

B. 5 S’s: La implantación de las 5S’s en una organización está siempre relacionada con la mejora en aspectos importantes como la calidad, la productividad y la competitividad. Así se tiene que las tareas realizadas durante una implantación y posterior mantenimiento de las 5S’s están orientadas a reforzar actitudes y buenos hábitos en el puesto de trabajo. Estos hábitos de trabajo ordenado y con método son la premisa básica que permite ir más allá. La metodología 5S’s [10] consta de cinco fases: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización) y Shitsuke (Mantenimiento de la disciplina).

C. Planificación de Operaciones: La administración de operaciones está vinculada con la estrategia empresarial de la empresa, y esta es un arma competitiva potente que abarca el diseño, dirección y control sistemático de los procesos que transforman los insumos en bienes y servicios para el consumo del cliente interno o externo [11].

D. Poka Yoke: Es una herramienta de Japón que significa “a prueba de errores” [10], lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones ya sean de ámbito humano o automatizado. Este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores.

E. Plan Maestro de Producción Material (PMP): La función del plan maestro se suele comparar dentro del sistema básico de programación y control de la producción con respecto a los otros elementos del mismo, todo el sistema tiene como finalidad adecuar la producción en la fábrica a los dictados del programa maestro. Una vez fijado este, el cometido del resto del sistema es su cumplimiento y ejecución con el máximo de eficiencia [12].

III. ESTUDIO DEL CASO

A. Situación inicial

Se realizará una descripción de los productos que ofrece al mercado y de los procesos que se realizan en la planta.

Descripción general de la organización:

Esta empresa cuenta con 21 trabajadores y tiene una facturación promedio anual de S/. 820,573.65. Dicha compañía opera en un terreno ubicado en el departamento de Lima, distrito de Villa María del Triunfo, con un área de 300 Mt² en el primer y segundo piso. En la figura 1 se puede observar el detalle de la distribución de planta.



Fig. 1 Distribución de planta.

Los productos que ofrece son variados, entre ellos se tienen: sillas, mesas, estantes, carpetas, escritorios, muebles para psicomotricidad, imitaciones (mini cocinas, mini lavadoras,

etc) entre otros. Es importante resaltar que la empresa no fabrica todos los productos que vende, ya que en caso de las carpetas y muebles para psicomotricidad, la compañía compra dichos productos para poder venderlos en sus puntos de distribución. La empresa se dedica a la venta por mayor y menor de sus productos. Sin embargo, el área de ventas se desempeña en otro local ubicado en el Parque Industrial de Villa el Salvador. La empresa registra un crecimiento evidenciado en el aumento de sus ventas totales; sin embargo, es importante resaltar que no en todos los productos se ha aumentado la cantidad de unidades vendidas, tal como se observa en la Figura 2.

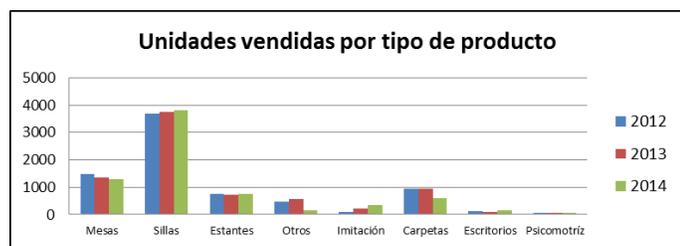


Fig. 2 Unidades vendidas por tipo de producto.

La empresa cuenta con múltiples productos, por tal motivo se realizó un diagrama de Pareto para identificar los productos más importantes y representativos. La dimensión fue el promedio de las unidades vendidas de los tres años.

En la figura 3, se puede decir que el 80% de las unidades vendidas totales está explicada por cuatro productos que son: sillas, mesas, estantes y carpetas. En ese sentido, se realizó el análisis de las unidades vendidas de las sillas, mesas y estantes; las carpetas no se considerarán pues no es un producto que se fabrique en la empresa.

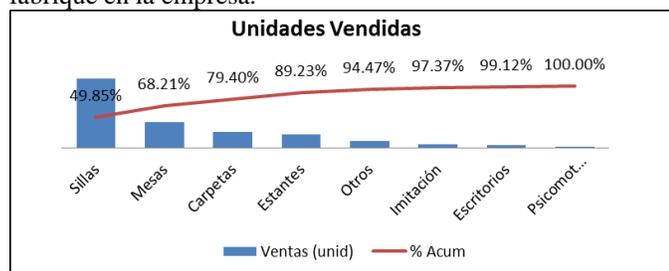


Fig. 3 Unidades Vendidas.

1) *Sillas*: La familia de sillas está compuesta por diversos modelos, los cuales se pueden clasificar de acuerdo a la materia prima o combinación de ellas con el que está fabricado cada producto. Así se pueden diferenciar tres familias: Las que son sólo de melamine, las que son una combinación de madera y melamine y aquellas que son compradas directamente para su distribución en el punto de venta de la empresa.

2) *Mesas*: La familia de las mesas cuenta con diversos modelos, sin embargo, lo único que cambia es el tablero de la mesa, por lo que es posible considerarlo como un único producto, al igual que la familia anterior se mostrarán los gráficos que ayuden a identificar el patrón de la demanda.

3) *Estantes*: La familia estantes cuenta con diversos modelos; sin embargo, para disminuir el error es que se trabajará como un grupo de productos.

Descripción de los procesos:

Actualmente, la empresa trabaja un turno de doce horas por seis días a la semana. La empresa fabrica diversos tipos de productos y realiza los procesos descritos en la tabla I. En la figura 4 se muestra el diagrama de recorrido de la silla.

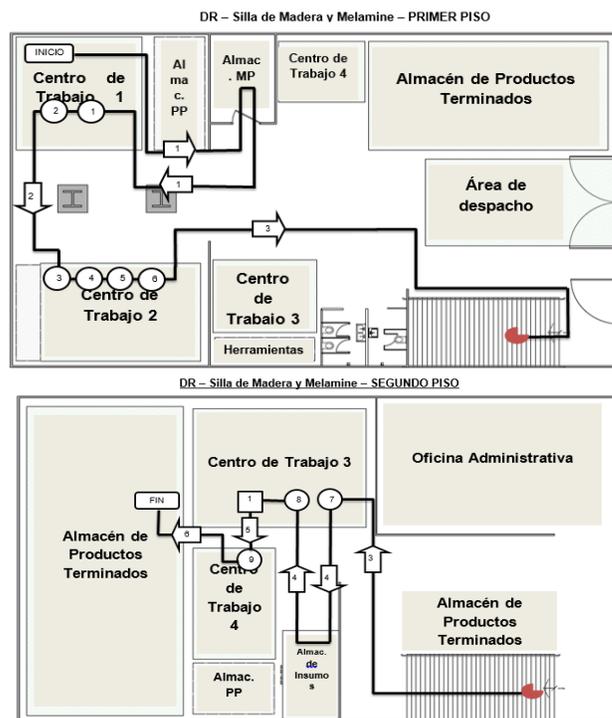


Fig. 4 Diagrama de recorrido: Silla de Madera y Melamine.

Tabla I
Procesos Productivos

Fase	Operaciones	Punto Crítico
Maquinado	Corte de la pieza de melamine. Ranurado (Para canto T): Esta operación consiste en realizar un corte perpendicular al lado lateral de una pieza de melamine con una profundidad de 10 mm aprox. Colocación de la cinta en el canto T.	Ranurado (Para canto T) La mala elaboración del ranurado para el canto, genera demora en el proceso ya que no se detecta hasta la siguiente operación y se debe reprocesar.
Armado	Armado de la estructura Acoplado, consiste en unir las piezas de un producto sin llegar a ensamblarlo con elementos de ajuste.	Escuadrado en el armado: Una mala práctica lleva a desnivelar el producto.
Acabado	Las siguientes operaciones de Acabado son únicamente para los productos que contienen piezas de madera. Las bases de madera que sean necesarias para cualquier producto son tercerizadas.	Preparación de la superficie para acabado Graduación y manejo del soplete para el acabado.

Fuente: DESCO, 2011.

Value stream mapping de los productos- procesos:

En el VSM realizado se han identificado los siguientes problemas (el VSM se puede observar en la figura 5):

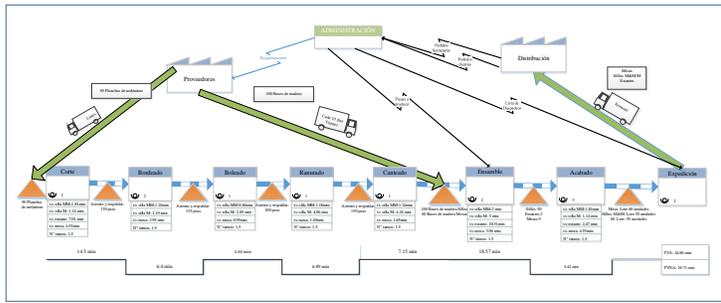


Fig. 5 VSM de la Situación Actual de la Empresa.

No se realiza una planificación adecuada de la compra de materiales ni de insumos.

En la empresa se manejan tres categorías de compras: materiales, insumos y herramientas. Dentro de la categoría de materiales se tiene las planchas de melamine, las bases de madera tercerizadas y la cinta de canteado. De los materiales mencionados, el abastecimiento de planchas de melamine y de bases de madera es continuo con una frecuencia semanal, lo cual viene de un acuerdo definido con los proveedores, mientras que la compra de canto y demás insumos es realizado directamente por la empresa. Todas las compras se hacen semanalmente basándose en el juicio de experto de la dueña, ya que ella es la persona que conoce la cantidad de productos que se enviará a producción dicha semana. Sin embargo, debido a que no se trabaja con una planificación por semana se tiene que realizar compras adicionales de material faltante o insumos, los cuales se pueden adquirir de manera inmediata de proveedores en canales masivos que los venden a un precio mayor. Esta situación ha sido observada en las visitas realizadas a la planta, además de los frecuentes comentarios sobre este tema por parte de los trabajadores de la empresa. Se detalla más sobre este tema en la Tabla II.

Tabla II

Inadecuada planificación de abastecimiento de materiales 1

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Compras planificadas	4	4	5	4	4	5	
Compras realizados	10	10	8	4	4	8	
Compras adicionales	6	6	3	0	0	3	Promedio
Porcentaje adicional	0.6	0.6	0.375	0	0	0.375	

No se realiza la planificación de la producción

En la empresa no se realiza un plan de producción, ya que se desconocen métodos de pronóstico para estimar la demanda y proceder con la planificación de la producción de acuerdo a la capacidad de planta. Actualmente, se trabaja bajo el criterio de fecha de entrega al cliente. Si la fecha de entrega se

encuentra muy cercana se asigna más operarios de otros centros de trabajo que se encuentran realizando productos no críticos, es decir que están dentro del plazo, con el fin de terminar los lotes solicitados de los críticos. Teniendo como resultado que cerca del 65% de los pedidos se entregan fuera del plazo. Otra observación, en relación con este problema es que no se puede realizar una buena planificación si no se coordina con el área de ventas para evaluar si se tiene capacidad de aceptar pedidos con las fechas de entrega solicitadas por el cliente en el momento de la compra.

Las inspecciones de calidad que se realizan son del 100% del lote

La empresa no cuenta con políticas de muestreo para realizar las inspecciones de calidad sino que le hace inspección a todo el lote. Esto se debe porque no dispone de controles de calidad a lo largo del proceso o en ciertas operaciones que aseguren la calidad uniforme de los productos, se ven en la necesidad de revisar todo el lote. El tiempo de inspección de lote por producto se observa en la tabla III.

Tabla III

Inspecciones de calidad realizadas

Producto	Lote (unidades)	Tiempo de inspección (horas)	Cant lotes (aprox. mes)	Tiempo de inspección (horas/mes)
Silla M&M	30	1	11	11
Silla M	30	1	3	3
Mesas	15	0.33	11	3.63
Estantes	15	0.33	5	1.65
			TOTAL	17.28

Al realizar una inspección total, se tiene que la cantidad de horas empleadas es aproximadamente 2 turnos de trabajo, lo cual equivale a 1 día de parada de producción de alguno de centros de trabajo para que el operario se dedique a inspeccionar los lotes.

Las zonas de trabajo tienen mermas y desperdicios

Al ser una empresa del sector de mueblería, se tiene el concepto y filosofía de que es normal que haya desperdicios de madera y melamine en los diversos centros de trabajo o a lo largo de pasillos y corredores de la empresa. Por lo que el operario lo único que hace al iniciar sus labores de cada día es apilar las mermas y desperdicios a un lado del centro de trabajo o colocarlos entre las estaciones, dificultando el traslado de materiales, productos en proceso y terminados.

Otro punto relacionado a este problema es que así como se apilan las mermas y desperdicios entre los centros de trabajo también se apila el inventario acumulado entre estación y estación lo cual puede ser confundido por desperdicio y ser eliminado. Observe la figura 6.



Fig. 6 Desperdicios en zonas de trabajo 1 y zona de trabajo 2.

Desorganización de los centros de trabajo

Actualmente, en los centros de trabajo no hay espacios delimitados y señalizados para que el operario coloque sus herramientas. Por lo que el operario al no colocarlas en un lugar específico o cercano al centro de trabajo pierde tiempo buscándolas y luego llevándolas hacia el centro de trabajo; lo cual no solo impacta en la pérdida de tiempo, sino también en la eficiencia de su trabajo ya que una vez retomada nuevamente la labora el operario demora un breve periodo para retomar el ritmo con el que estaba trabajando. Esta situación se observa en la figura 7.

Reprocesos

La empresa cuenta con un único punto de control de calidad durante el proceso, el cual corresponde a la operación de Encuadre, que se da después del ensamble y antes del

acabado. Esta operación consiste en medir la estabilidad de los diversos productos, colocando una escuadra sobre las diversas superficies del producto para asegurar su calidad. Para identificar el porcentaje de reprocesos se tomó como muestra tres lotes para cada tipo de sillas y dos lotes en el caso de los estantes y las mesas. Se obtuvieron resultados mostrados en la tabla IV.



Fig. 7 Desorganización en los centros de trabajo.

Tabla IV
Reprocesos

Producto	Reproceso (%/Lote)	Tamaño Lote	Cantidad de piezas
Sillas M&M	15	30	5
Sillas M	6	30	2
Mesas	8	15	2
Estantes	5	15	1

Estos porcentajes hallados indican la cantidad de piezas por lote de cada producto que se van a reprocesar en la operación de ensamble, en la que acomodar las fallas halladas puede demorar desde 5 a 10 minutos. A partir de la identificación de estos problemas en la cadena de valor del negocio y del análisis realizado previamente, se llega a la conclusión de que todos estos puntos están conectados y que se generan finalmente el no cumplimiento de los plazos de entrega de los productos solicitados. Por tal motivo, se realizará un Diagrama Causa – Efecto donde se busque identificar los problemas más significativos, y clasificarlos por categorías, además de identificar sus posibles causas. Este diagrama se desarrollará de acuerdo a la metodología de Ishikawa que se muestra en la figura 8.

Luego de haber detallado todas las posibles causas relacionadas al problema se procederá a realizar una matriz de impacto y frecuencia que permita identificar las causas cuya solución debe priorizarse. Esta matriz se observa en la tabla V. Es importante mencionar que el impacto al que hace referencia esta matriz es el impacto económico.

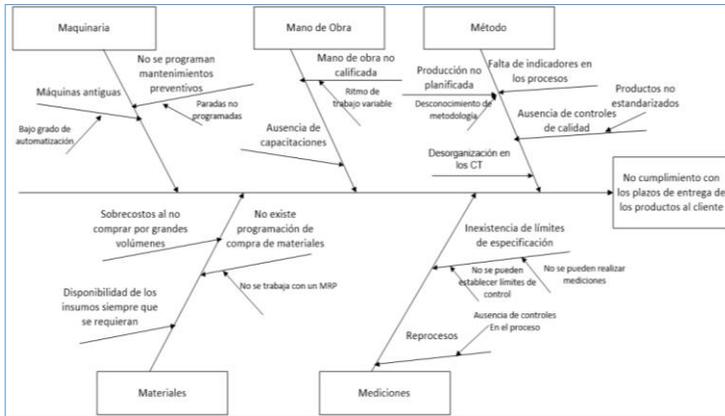


Fig. 8 Diagnóstico de la Empresa.

A partir de la matriz de impactos, se realiza un diagrama de Pareto mostrado en la figura 9 en la que se puede observar que las causas principales que constituyen aproximadamente el 80% del problema son:

- La no planificación de la producción.
- La desorganización en la planta.
- La inadecuada planificación de las compras.
- La falta de estandarización de los procedimientos y de los productos.

Por lo que se procederá a desarrollar las propuestas sobre estas causas identificadas.

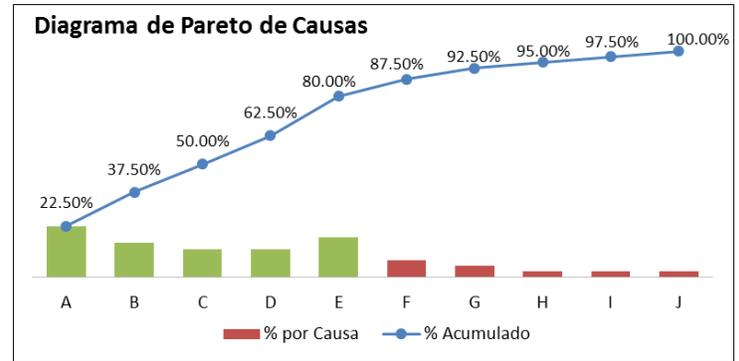


Fig. 9 Diagrama de Pareto de Causas

IV. DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

En esta sección se presentarán las propuestas de mejora que se están planteando para el proyecto.

Propuestas de Mejora

A través de las causas identificadas en la tabla V, y a través de la base teórica explicada con anterioridad, se investigó el uso de las herramientas que permitan reducir o eliminar estas causas de modo que el problema identificado sea resuelto parcial o totalmente. En ese sentido, se mostrarán en la figura 10 las causas y la herramienta con la que se controlará el problema:

Tabla V
Identificación de Causas

	Causas	Impacto	Frecuencia	%	% Acumulado
A	Producción no planificada	4	45	22.50%	22.50%
B	Desorganización en los CT de la planta.	4	30	15.00%	37.50%
C	No disponibilidad de insumos y materiales para producción	3	25	12.50%	50.00%
D	Reprocesos	3	25	12.50%	62.50%
E	Falta de estandarización de procedimientos y productos.	2	35	17.50%	80.00%
F	Ausencia de capacitaciones	2	15	7.50%	87.50%
G	Ausencia de controles de calidad	2	10	5.00%	92.50%
H	Máquinas antiguas. Baja automatización	2	5	2.50%	95.00%
I	Inadecuada distribución de planta	1	5	2.50%	97.50%
J	No se programan mantenimientos preventivos	1	5	2.50%	100.00%



Fig. 10 Propuestas de Mejora

Respecto a la metodología de las 5S's se realizó un análisis de la situación actual de la empresa, se identificará los aspectos primordiales a trabajar a nivel general y luego por cada centro de trabajo, finalmente se propuso las acciones a implementar. En cuanto a la planificación, se realizó un análisis de la demanda histórica para poder realizar pronósticos del siguiente periodo que permitió implementar la planificación del abastecimiento, de la producción y la capacidad de la planta.

Finalmente, se analizó la implementación de controles de calidad y se propuso dispositivos que aseguren la calidad de los productos.

Desarrollo de las Propuestas de Mejora

A continuación se detalla la implementación de las propuestas de mejora en la empresa:

1) *Metodología de 5S's*: Se realizó las inspecciones en cada centros de trabajo y se pudo detectar una serie de deficiencias e inconvenientes tales como desorden, desorganización, falta de seguridad, no uso de la indumentaria adecuada en ciertos procesos, desconocimiento de los procesos, etc. Todo aquello influye de manera negativa en la productividad de la planta.

Para el estudio y aplicación de las 5S's se ha agrupado las operaciones en centros de trabajo, quedando la división como se muestra en la tabla VI.

Tabla VI
Definición de los Centros de Trabajo

Operaciones	Centro de Trabajo
Corte	Corte
Bordeado Boleado Ranurado Canteado	Laminado
Ensamble	Ensamble
Acabado Preliminar Acabado final	Acabado
Almacenaje de materias e insumos	Almacén

Se elaboró unas listas de chequeo (Check – List) que permitieron realizar el análisis y calificación de cada centro de trabajo de la empresa para determinar las áreas de mejora en cada uno de ellos y proceder con la elaboración de los planes de acción a implementar.

La lógica de evaluación que se utilizó para hallar el puntaje de cada centro de trabajo antes mencionado se muestra en la tabla VII.

Tabla VII
Puntajes para evaluación de 5S's

Puntaje	Definición
0	No cuenta con ningún plan o documento
1	Cuenta con alguna evidencia de un plan, pero de baja conformidad
2	Cerca de la mitad de las instancias tomadas están en conformidad
3	De las instancias notadas la mayoría era conforme
4	Completamente conforme

Posteriormente se realiza el check list en los centros de trabajo. Este check list analiza en cada tipo de S, un evento de ocurrencia, su impacto y comentarios de su presencia.

Del análisis realizado en los check list se obtienen los datos mostrados en la tabla VIII.

Finalmente, del análisis de los centros de trabajo, que se observa en la figura 11, se puede concluir que el área más crítica

Tabla VIII
Metodología 5S's

	Almacén	Corte	Laminado	Ensamble	Acabado
Ordenar	31%	50.00%	25.00%	25.00%	37.50%
Disciplina	38%	16.67%	33.33%	41.67%	33.33%
Estandarizar	38%	41.67%	50.00%	50.00%	41.67%
Limpieza	63%	62.50%	37.50%	37.50%	75.00%
Organizar	50%	25.00%	25.00%	50.00%	75.00%
TOTAL	44%	39%	34%	41%	53%

es la de Laminado ya que en conjunto obtuvo el porcentaje promedio del 34%, el cual es el más bajo a comparación de las otras áreas.

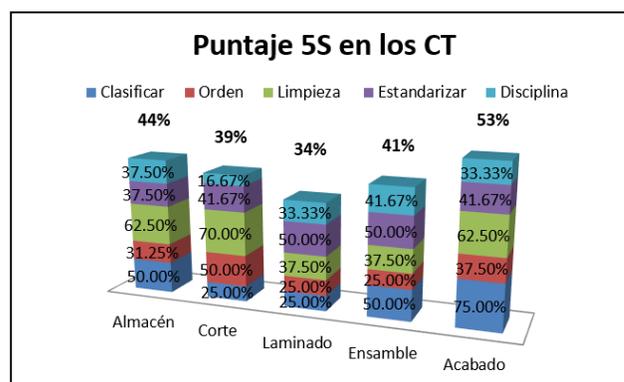


Fig. 11 Metodología 5S's

Así mismo si se realiza un análisis más específico, se obtiene que los puntajes más bajos obtenidos corresponden a las áreas de Ordenar y Organizar.

Tabla IX

Cálculo de punto crítico de los centros de trabajo- General Empresa

Objetivo: 0.75 **Tstudent:** 2.009
N: 55

	Valor actual (Promedio)	Desviación	Varianza
Clasificar	0.45	0.212	0.045
Orden	0.34	0.292	0.0851
Limpieza	0.54	0.148	0.0221
Estandarizar	0.44	0.218	0.0475
Disciplina	0.33	0.301	0.0903
		Total Varianza	0.29
		Desviación	0.5385

Con un nivel de confianza del 95%

hw	0.14721891
ICMIN	60.28%
ICMAX	89.72%

Sin embargo, al analizar los demás centros de trabajo se tiene que el puntaje más alto que le corresponde al área de Acabado es del 53% lo cual es alarmante ya que apenas supera el 50%, volviéndose un área crítica. Por esta razón se establecerá un porcentaje mínimo, con un nivel de confianza del 95% respecto al valor objetivo (ver tabla IX) que debe tener por lo menos una categoría de un centro de trabajo considerando la situación actual. Luego se presentará el plan detallado de

mejoras propuestas para centro de trabajo en específico. Finalmente en la tabla X se puede observar una comparación de la situación actual con la situación propuesta de la medida propuesta más significativa por centro de trabajo.

Tabla X -a
Comparación después de la aplicación de las 5S's

Centro de Trabajo	Situación Actual	Situación Propuesta
Almacén	<p>Actualmente el almacén no tiene los productos clasificados por grupos. Ni tienen un código que permita el control de inventarios.</p> 	<p>En el almacén de insumos se recomienda colocar códigos a todos los productos y clasificarlos por grupos. Así mismo se plantea una utilización de tarjetas rojas que sirva como un identificador visual de que en ese espacio ya no hay más insumos de ese código.</p> 
Corte	<p>Para el centro de trabajo de corte se propone principalmente un delimitado de áreas para evitar apilar las piezas cortadas con la materia prima e insumos.</p> 	<p>De lo observado para el centro de trabajo de corte se plantea una delimitación del centro de trabajo. Así como del espacio donde apilará los productos en proceso, y las mermas y desperdicios generados por las operaciones de corte.</p> 
Laminado	<p>En el centro de trabajo de Laminado el principal problema que presenta es que los operarios pierden tiempo buscando sus herramientas y los insumos que necesitan. Esto se debe a que la ubicación y método actual no es la más adecuada.</p> 	<p>Como posible solución para el centro de trabajo de laminado se plantea implementar una rejilla en el centro de trabajo que contenga las herramientas necesarias por cada centro de trabajo. Y marcarlas para que el operario sepa a qué espacio corresponde.</p> 

Concluido el análisis de cada centro de trabajo se procederá a desarrollar un plan general de 5S's para toda la empresa.

Tabla X -b
Comparación después de la aplicación de las 5S's

Centro de Trabajo	Situación Actual	Situación Propuesta
Ensamble	<p>En el centro de trabajo de ensamble, la situación actual no le permite encontrar rápidamente al operario las herramientas ni insumos que necesita.</p> 	<p>Lo que se plantea para en centro de trabajo de ensambles es implementar una red metálica para que cuelgue las herramientas que necesita y pequeños estantes a los costados para que se abastezca de los insumos que necesite.</p> 
Acabado	<p>En el centro de trabajo de acabado no se cuenta con un organizador de herramientas e insumos propio de las operaciones del mismo.</p> 	<p>Para el centro de acabado se plantea implementar una rejilla para colocar todas las herramientas que el operario pueda necesitar y un pequeño almacén (estante) que contenga algunos repuestos y cambios para los materiales más frecuentes empleados por el operario.</p> 

2) *Planificación de las Operaciones:* A continuación se presentará la metodología que permitirá la planificación de la producción así como también la planificación del abastecimiento de materiales.

2.1) *Análisis de los datos obtenidos:* Para iniciar con la planificación de las operaciones es necesario ,en primer lugar, analizar los datos obtenidos con el objetivo de explorar su distribución para poder encontrar principalmente datos atípicos u outliers que impiden determinar, en este caso, la estacionalidad de la demanda histórica. Para realizar el análisis de los datos nos apoyamos en el uso del software R Project que nos permite establecer límites que indican si un dato es o no atípico. Este análisis se desarrolló para las sillas, mesas y estantes, con data mensual comprendida entre el año 2012 y 2014 (observar figura 12).

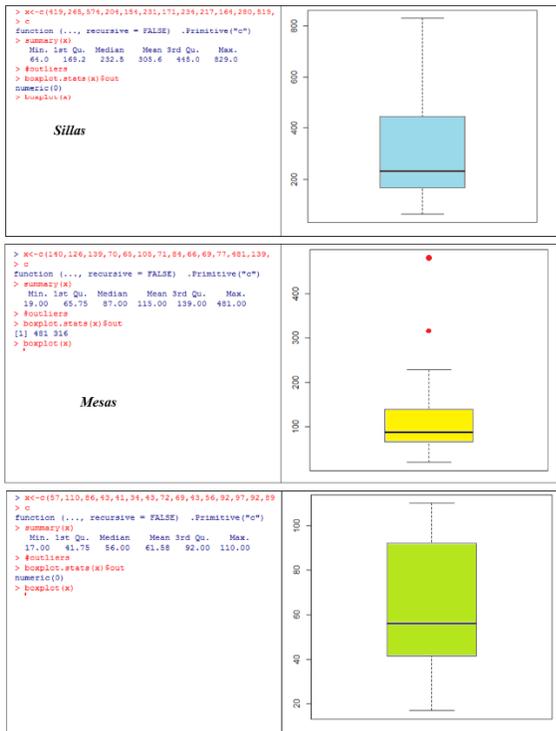


Fig. 12 Análisis de datos del total de información (años 2012, 2013 y 2014)

2.2) *Determinación del patrón de la demanda:* Luego de analizar los datos y ajustar los datos atípicos, es posible determinar la estacionalidad de la demanda. En el caso de las sillas, mesas y estantes, no se pudo observar un patrón o tendencia cuando la data es mensual, por lo cual se agrupo los datos de manera trimestral, brindando así una mejor estacionalidad. Además la agrupación trimestral es razonable dado que existen campañas escolares cuyo pico se da en el primer trimestre (observar figura 13).

2.3. *Determinación del pronóstico:* Como todos los productos que se están analizando se rigen por un patrón estacional, por lo cual se trabajó con el método Estacional Multiplicativo.

2.4. *Plan Maestro de Producción:* Se utilizará solo el PMP inicial. Los datos obtenidos como PMP inicial se considerarán como datos válidos que permitan continuar con la propuesta de planificación. Es importante resaltar que para los productos que se han seleccionado están haciendo uso de un 78% de la capacidad de la planta.

2.5. *Planificación del Requerimiento de Materiales (MRP):* Para realizar la planificación de la compra de materiales, es necesario contar con tres elementos importantes: El Plan Maestro de Producción, Lista de Materiales de los productos que se está, y lista de los materiales que han sido comprados.

2.6. *Planificación de la Capacidad de Planta (CRP):* Como paso final para planificación es necesario verificar y planificar la capacidad de la planta para responder a lo planteado con

anterioridad. Para lograr esta metodología es necesario contar con el MRP, los tiempos de fabricación de cada producto en cada centro de trabajo, y la capacidad por centro de trabajo.

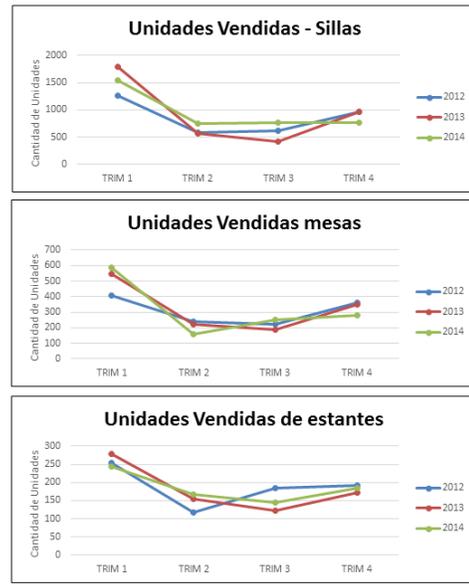


Fig. 13 Unidades Vendidas por Trimestres

A continuación se muestra la lógica seguida para determinar el nuevo tamaño de lote: Identificar el tamaño de lote actual, Identificar los múltiplos del tamaño de lote actual e Identificar un nuevo tamaño de lote que es uno de los múltiplos antes reconocidos. La selección depende de la situación actual de la empresa y de su posibilidad de fabricar dicho tamaño de lote, finalmente se debe seguir la siguiente lógica: X: Tamaño de Lote de fabricación de un producto, Y, Z: Múltiplos del valor de X, y X' Nuevo tamaño de lote.

Si se cumple que:
$$X = \sum_{i=1}^{i=Z} X'$$

Esta reducción de tamaño de lote, permitió que la capacidad de planta sea suficiente para satisfacer lo planteado en el PMP. Sin embargo, el cambiar el tamaño de lote significó aplicar la metodología desde el MRP y el CRP.

3. *Implementación de controles de calidad – POKA YOKE:* Otra solución propuesta es la implementación de dispositivos Poka Yoke, que reducirán en un 82% la cantidad de horas invertidas en la operación de inspección. Esta reducción se debe a que la cantidad de sillas inspeccionadas disminuirá a un 5% por tipo de lote, este porcentaje ha sido determinado porque se quiere tener una muestra significativa del lote. Al implementar los dispositivos planteados en las sillas, se asegurará que el reproceso generado después de la operación de ensamble disminuya considerablemente, así como las horas invertidas en inspección y en el reproceso. La reducción de horas se observa en la tabla XI.

Tabla XI
Comparación de los controles de calidad

Situación Actual de los Controles de Calidad					
Producto	Lote	Tiemp_Inspec (min/unid)	Total Tiempo Inspección	Nº mensual (Aprox)	Tiempo Total (mes)
Silla de Madera y Melamine	30	2	60	20	1200
Sillas de Melamine	30	2	60	20	1200
Mesas	15	1.35	20.25	11	222.75
Estantes	15	1.35	20.25	6	121.5
Tiempo Total Inspección (minutos)					2744.25
Tiempo Total Inspección (horas)					45.7375
Situación Propuesta de los Controles de Calidad					
Producto	Lote	Tiemp_Inspec (min/unid)	Total Tiempo Inspección	Nº mensual (Aprox)	Tiempo Total (mes)
Silla de Madera y Melamine	15	2	4	40	80
Sillas de Melamine	15	2	4	40	80
Mesas	5	1.35	20.25	33	222.75
Estantes	5	1.35	20.25	18	121.5
Tiempo Total Inspección (minutos)					504.25
Tiempo Total Inspección (horas)					8.40

V. RESULTADOS

La inversión realizada en el proyecto se basa principalmente en las diversas capacitaciones para que los empleados de la empresa puedan aplicar las metodologías propuestas. En la tabla XII se muestra el detalle de la inversión.

Tabla XII
Inversión Total de la Propuesta

Propuesta de mejora	Inversión requerida
Aplicación de la Metodología 5S's	S/. 18,866.00
Aplicación de Controles de Calidad	S/. 1,460.00
Aplicación de Planificación de Operaciones	S/. 1,370.00
TOTAL	S/. 21,696.00

Tras la implementación de la metodología de las 5S's y la de controles de calidad, se logra un mejor uso de la capacidad de planta, brindando una capacidad extra para cada centro de trabajo en cada semana. Por lo que se puede decir que la planta puede fabricar más productos (aumento del 40% de su capacidad). Por otro lado, la planificación de la compra de materiales representa también un ahorro pues, de acuerdo a la situación actual, se tiene que la empresa planifica un viaje semanal (13 viajes al trimestre); sin embargo, esto no se cumple, teniendo que realizarse 15 viajes adicionales que incurrir en sobrecostos. Nuestra propuesta es que se realice un viaje semanal (10 viajes al trimestre) con los que se abastezca lo suficiente para el trabajo. Por lo que se ahorran los costos incurridos en 18 viajes. El ahorro en la planificación de compras representa S/. 3,368.14 al trimestre.

El VAN es un valor positivo de S/. 27,808.19, lo cual se refuerza con el valor de la TIR = 28.40%, que es mayor al COK de la empresa.

Tabla XIII
Ahorro en nuevos soles por la aplicación de la Propuesta

	Trim 1	Trim2	Trim3	Trim 4	Trim 5	Trim 6	Trim 7	Trim 8
De la Prod.	2,934	1,361	1,237	1,970	5,684	2,697	2,507	3,658
Del Abas.	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368
TOTAL	6,302	4,729	4,605	5,338	9,053	6,065	5,875	7,026

VI. CONCLUSIONES

Mediante esta investigación se detectaron problemas importantes que atravesaba la empresa, tales como desorganización en los centros de trabajo, presencia de mermas y desperdicios, ausencia de planificación en la compra de materiales e insumos y en la producción, inspecciones totales de los lotes, y reprocesos luego del proceso de ensamble. Estos problemas ocasionaban a la empresa costos elevados, además de incumplimiento con los plazos de entrega de los productos a sus clientes. Por lo cual se propuso la implementación de un sistema que permita, a través de la planificación de la producción, implementar también la planificación de la compra de materiales a través de metodologías como: Plan Maestro de Producción (PMP), Planificación de la Compra de Materiales (MRP), Reducción del Tamaño de Lote. Además, se realiza también la Planificación de la Capacidad de Planta (CRP). Con esta implementación se ha logrado que la capacidad de planta aumente, en el Centro de Corte 290.4 minutos, en el Centro de Laminado 414 minutos, en el Centro de Ensamble 849.2 minutos y en el Centro del Acabado 363.6 minutos por semana.

Así también se implementó dos herramientas de manufactura esbelta. 5S's, la cual actuará sobre los problemas de desorganización y presencia de mermas y desperdicios en los centros de trabajo, esta propuesta es necesaria para cambiar la mentalidad de los trabajadores, y la implementación de tres dispositivos "Poka - Yokes" para el proceso de fabricación.

REFERENCIAS

- [1] Estudio N.º3 - 2014 OSEL Lima Norte. Características de las MYPES de metalmecánica y carpintería en Lima Norte: un análisis de Casos. Lima, Perú. 2014. Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- [2] Brañez, M. (2008). Diagnóstico de empleo de calidad de las MYPES del sector maderero de villa el salvador y villa maría del triunfo. Línea de Desarrollo Económico del Programa Urbano de Desco.
- [3] BCRP, 2014. NOTAS DE ESTUDIOS DEL BCRP. 25 de abril de 2014.
- [4] Diario Gestion (2015). El 65% de los limeños prefieren productos de madera para sus hogares. Sábado, 14 de marzo del 2015.
- [5] El Comercio (2014). El 65% de todas las empresas en el Perú son informales. Viernes 04 de abril del 2014.
- [6] DESCO (2011). Hombres y mujeres emprendedores en la industria del mueble de madera en Lima Sur. Lima: Línea de Desarrollo Económico Local. Programa Urbano de desco 2011.
- [7] Díaz del Castillo, F. (2009). La Manufactura Esbelta. Cauatitlá, Izcalli.
- [8] Padilla, L. (2010). Manufactura Esbelta. Ingeniería Primero, 64 - 69.
- [9] D. Jones & J. Womack (2005). Lean Thinking: Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. Barcelona: Gestión 2000.
- [10] Hirano, H. (2009). JIT Implementation Manual, Second Edition. Tokyo, Japan: CRC Press.
- [11] Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2013). Administración de Operaciones: Procesos y Cadena de Valor. Pearson Education.
- [12] Gaither, N., & Fraizer, G. (2000). Administración de Producción y Operaciones. Mexico: Thomson.
- [13] Auliso, R., Miles, J., & Quintillán, I. (2006). Claves para la mejora de los procesos en las organizaciones. Revista FCE.
- [14] Barón, D., & Rivera, L. (2014). Cómo una microempresa logró un desarrollo ágil de productos ágil y generador de valor empleado Lean.
- [15] Díaz del Castillo, F. (2009). La Manufactura Esbelta. Cauatitlá, Izcalli.
- [16] Domínguez Machuca, J. A. (1995). Dirección de operaciones: Aspectos estratégicos en la producción y en los servicios. Madrid: McGraw-Hill.