



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PRÁCTICA DEL EXAMEN DE GRADO O DE FIN DE
CARRERA (DE CARÁCTER COMPLEXIVO)
INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL**

**TEMA: APLICACIÓN DE LEAN VSM (VALUE STREAM MAPPING)
EN EL SECTOR EDUCATIVO. REVISION BIBLIOGRAFICA**

AUTORES: WASHINGTON DAVID ALFARO LEÓN - JONNATHAN
STEVEN UNDA RODRÍGUEZ

ACOMPAÑANTE: ING. MSC. MANUEL ANDRÉS AVILÉS NOLES.

MILAGRO, MAYO 2018

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, Washington David Alfaro León en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complejivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática “Aplicación de lean VSM (Value Stream Mapping) en el sector educativo” del Grupo de Investigación “Calidad, Productividad y Energías Renovables” de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 16 días del mes de Mayo de 2018



Firma del Estudiante
Washington David Alfaro León
CI: 094110966-2

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.

Fabricio Guevara Viejó, PhD.

RECTOR

Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, Jonnathan Steven Unda Rodríguez en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la propuesta práctica de la alternativa de Titulación – Examen Complexivo: Investigación Documental, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la propuesta practica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Temática “Aplicación de lean VSM (Value Stream Mapping) en el sector educativo” del Grupo de Investigación “Calidad, Productividad y Energías Renovables” de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, a los 16 días del mes de Mayo de 2018



Firma del Estudiante

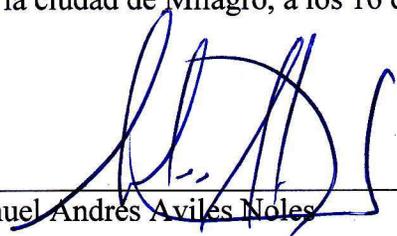
Jonnathan Steven Unda Rodríguez

CI: 092832017-5

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Yo, Msc. Andrés Avilés en mi calidad de tutor de la Investigación Documental como Propuesta práctica del Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo), elaborado por los estudiantes WASHINGTON DAVID ALFARO LEÓN Y JONNATHAN STEVEN UNDA RODRÍGUEZ , cuyo título es: APLICACIÓN DE LEAN VSM (VALUE STREAM MAPPING) EN EL SECTOR EDUCATIVO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA, que aporta a la Línea de Investigación DESARROLLO Y ADMINISTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN previo a la obtención del Grado Ingeniero Industrial; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Examen de grado o de fin de carrera (de carácter complejo) de la Universidad Estatal de Milagro.

En la ciudad de Milagro, a los 16 días del mes de Mayo de 2018.



Manuel Andrés Avilés Noles

Acompañante

C.I.:092057430-8

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

AVILES NOLES MANUEL ANDRES
LEON BATALLAS ALBERTO ANDRES
MORENO CASTRO DENNY WILLIAM

Luego de realizar la revisión de la Investigación Documental como propuesta práctica, previo a la obtención del título (o grado académico) de Ingeniero Industrial presentado por los señores WASHINGTON DAVID ALFARO LEON y JONNATHAN STEVEN UNDA RODRIGUEZ

Con el título: APLICACIÓN DE LEAN VSM (VALUE STREAM MAPPING) EN EL SECTOR EDUCATIVO. REVISION BIBLIOGRAFICA

Otorga a la presente Investigación Documental como propuesta práctica, las siguientes calificaciones:

Investigación documental	[78]
Defensa oral	[20]
Total	[98]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado)

Aprobado

Fecha: Miércoles 16 de Mayo de 2018.

Para constancia de lo actuado firman:

	Nombres y Apellidos	Firma
Presidente:	Aviles Noles Manuel Andres	
Secretario /a:	Moreno Castro Denny William	
Integrante:	Leon Batallas Alberto Andres	

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por darnos el don de la vida, a nuestros padres por habernos permitido culminar nuestros estudios e inculcado los buenos valores, a nuestros docentes que de una u otra manera nos han ayudado con sus conocimientos para ser mejores día a día tanto en lo profesional como en lo social y por ultimo agradezco a nuestra *Alma Máter* la UNEMI, por habernos acogido en sus brazos y tenido la paciencia de formarnos 5 años para representarla con orgullo en cualquier parte del país o del mundo que caminemos. ¡Gracias!

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	7
METODOLOGÍA	22
DESARROLLO DEL TEMA	25
CONCLUSIONES	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Los siete desperdicios

Figura 2. Lead time

Figura 3. Casa del sistema producción *TOYOTA*

Figura 4. Mapa del estado actual

Figura 5. Mapa del estado futuro

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de productos/servicios y pasos de procesamiento

Tabla 2. Simbología del *VSM* (procesos)

Tabla 3. Simbología del *VSM* (materiales)

Tabla 4. Simbología del *VSM* (información)

Tabla 5. Simbología del *VSM* (general)

APLICACIÓN DE LEAN VSM (VALUE STREAM MAPPING) EN EL SECTOR EDUCATIVO

RESUMEN

La filosofía *lean* significa crear más valor para los clientes con menos recursos, minimizando todo desperdicio o *muda* que no genera valor a la empresa u organización. *Value Stream Mapping (VSM)* es una herramienta popular para identificar oportunidades para mejorar la eficiencia del proceso. Originalmente diseñado para simplificar los procesos de fabricación, *VSM* también se puede aplicar al sector de servicios. En este estudio nos centramos en investigar, analizar y profundizar como otros autores han aplicado y ejecutado las herramientas de *lean* en especial el *VSM* dentro de instituciones de educación superior y por qué en Ecuador no se han aplicado en el sector educativo.

Una de las causas es porque en nuestra formación académica nos han inculcado que las herramientas de *lean* solo se utilizan en el sector manufacturero, caso que es totalmente erróneo; uno de los efectos positivos al tener en nuestras instituciones de educación superior en Ecuador la filosofía *lean*, es el ahorro de tiempo en la ejecución de actividades, personal y comunicación eficiente y sobre todo, disciplina. En la metodología utilizada en este proyecto, nos hemos efectuado en revisar y examinar bases de datos bibliográficos como: SCOPUS, REDALYC, repositorios, entre otros; para escoger y enfatizar artículos científicos y tesis doctorales y de grado que hagan hincapié en el tema de esta documentación bibliográfica para así, ostentar sus ideas y tener una visión amplia como estos autores por medio de la observación directa y la exploración, han efectuado eficientemente las técnicas de *lean* en el sector educativo de sus países.

Para concluir, *Value Stream Mapping* es una herramienta visual que sirve para ver en tiempo real lo que está ocurriendo dentro de la organización para así poder mejorarlo y proyectarnos hacia el futuro con mejores proyectos y propuestas para el bien de la empresa, compañía, industria o instituciones educativas.

PALABRAS CLAVE: VSM, lean manufacturing, sector educativo.

APPLICATION OF LEAN VSM (VALUE STREAM MAPPING) IN THE EDUCATIONAL SECTOR

ABSTRACT

The *lean* philosophy means creating more value for clients with fewer resources, minimizing any waste or mute that does not generate value to the company or organization. *Value Stream Mapping (VSM)* is a popular tool to identify opportunities to improve the efficiency of the process. Originally designed to simplify manufacturing processes, *VSM* can also be applied to the services sector. In this study we focus on researching, analyzing and deepening how other authors have applied and executed the lean tools, especially the *VSM* within higher education institutions and why in Ecuador they have not been applied to the education sector.

One of the causes is because our academic training has taught us that lean tools are only used in the manufacturing sector, which is totally wrong; One of the positive effects of having the Lean philosophy in our higher education institutions in Ecuador is the saving of time in the execution of activities, personnel and efficient communication and, above all, discipline. In the Methodology used in this project, we have carried out a review and revision of bibliographic databases such as: SCOPUS, REDALYC, repositories, among others; to choose and emphasize scientific articles and doctoral and degree theses that make emphasis in the subject of this bibliographical documentation to thus, show their ideas and have a broad view as these authors through direct observation and exploration, have effected efficiently lean techniques in the education sector of their countries.

To conclude, *Value Stream Mapping* is a visual tool that serves to see in real time what is happening within the organization in order to improve and project ourselves into the future with better projects and proposals for the good of the enterprise, company, industry or educational institutions.

KEY WORDS: VSM, lean manufacturing, education sector.

INTRODUCCIÓN

Lean manufacturing (manufactura esbelta) es un sistema de gestión enfocado en la eliminación de desperdicios o procesos innecesarios dentro de una organización, sea esta de servicio o manufactura. Esta filosofía de mejora continua ha tenido su origen a mediados del siglo XX por el *TPS (Toyota Manufacturing System)*, cuyo objetivo primordial es reducir el despilfarro y aplicar el *JIT (Just in Time)* en sus procesos de producción; con su aporte, este sistema ha sido definido como una filosofía de excelencia y mejora continua orientando a la eliminación de desperdicios y actividades que no contribuyan un valor agregado a los procesos para la fabricación, distribución y comercialización de productos y/o servicios, permitiendo a las compañías reducir costos, mejorar procesos y aumentando la satisfacción al cliente.

Las metodologías de *lean manufacturing* más comunes como *VSM (Value Stream Mapping)*, *Six Sigma*, *TPM (Mantenimiento Productivo Total)*, *5S*, *Kaizen (mejora continua)*, *JIT*, *Kanban (Tarjetas Visuales)*, entre otras; han sido utilizadas por organizaciones de todo el mundo con el objetivo de abordar 7 desperdicios principales como: sobre-producción, esperas, movimientos innecesarios, sobre-procesamiento, re-trabajos, transporte, inventario; con el fin de erradicar estas actividades que no presentan ningún valor agregado a la organización. Unas de las herramientas que profundizaremos en esta presente investigación bibliográfica será el *VSM (Value Stream Mapping)*; esta herramienta visual que se caracteriza por brindar una enfoque total y estructurada de todos los procesos que se conllevan dentro de una organización, con el fin conocer el estado actual de la empresa, identificando sus puntos de mejora y sirviendo como aporte de comparación durante la implementación de cualquiera de las herramientas *lean manufacturing*.

En la actualidad, el sector educativo demanda una mejora en todos los procesos administrativos u operacionales, una educación con calidad y bien estructurada conlleva a una sociedad de excelencia, es por ello, que mejorar los flujos de los procesos dentro de la educación, es un aporte importante para agilizar los procedimientos que se realizan dentro de las mismas, la herramienta *VSM* aporta a éste, para obtener una visión amplia del estado en que se encuentran sus procesos, para con ello abordar los eslabones más débiles dentro de la cadena de valor del sector educativo.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

¿Por qué no se ha aplicado en la actualidad la técnica *lean VSM* en instituciones en el sector educativo del Ecuador?

Objetivo General

- Explicar cómo se ha aplicado la técnica *lean VSM* en el sector educativo en otros países.

Objetivo Específico

- Revisar casos de estudio que se han aplicado la técnica *lean VSM* en el sector educativo.
- Analizar datos bibliográficos y artículos científicos que han aportado la técnica *lean VSM* en el sector educativo

Justificación

La implementación del *lean* en el sector educativo representan un desafío; por ser organizaciones de servicio, es más complicado rastrear los procesos que agreguen valor así como los desperdicios que los genere. Casos de estudio realizados en años recientes y más el análisis de datos que haremos en esta presente investigación documental, nos hacen inferir que las filosofías, técnicas y metodologías del *lean* pueden tener un impacto positivo en el manejo y dirección de una institución educativa sea universidad, colegio o escuelas públicas y privadas.

Para (Salazar, Capuz, De Reza, Padilla, & Salinas, 2013) un sistema de educación superior de buena calidad es aquel que está orientado a satisfacer las necesidades del desarrollo social, científico, tecnológico, económico, cultural y humano del país; es promotor de innovaciones y se encuentra abierto al cambio en entornos institucionales caracterizados por la argumentación racional rigurosa, la responsabilidad, la tolerancia, la creatividad y la libertad; cuenta con una cobertura suficiente y una oferta amplia y diversificada que atiende la demanda educativa con equidad, con solidez académica, y eficiencia en la organización y utilización de sus recursos. Para consideración de éste trabajo, los elementos inscritos en dicha definición son el ideal que cualquier centro universitario debiera seguir.

Investigadores, académicos e incluso el Plan Nacional de Desarrollo 2012 convergen en la insuficiente vinculación entre la educación superior y el mercado laboral. Esto trae consecuencias como falta de sintonía en la formación universitaria de profesionistas versus la formación que requiere la realidad laboral. Los huecos formativos hacen que el mercado laboral aplique recursos adicionales que completen al egresado, o él mismo detecta la necesidad de continuar su formación por su cuenta, para poder conseguir un empleo. (Salazar et al., 2013)

La correcta administración del sector educativo no solo se centra en el segmento pedagógico como siempre se ha creído por parte de sus directivos organizacionales, una eficaz administración de la educación abarca una mejora exhaustiva de todos sus procesos; el primordial problema en el momento de buscar mejoras, se encuentra en no conocer el estado actual de la institución ni de los pasos o procedimientos que se realizan en sus diversas actividades, es por ello necesario utilizar técnicas brevemente estudiadas y con resultados positivos de aplicación en otras instituciones del sector educativo, tener un panorama general y detallado de toda la cadena de procesos que se conllevan en una organización facilitará la identificación de los problemas y las deficiencias de gestión que se están procesando en el sistema.

Las herramientas *lean manufacturing* han arrojado múltiples beneficios dentro del sector manufacturero y de servicio, las diversas técnicas de mejora que lleva consigo esta filosofía organizacional también pueden ser aplicados en la educación en todos sus niveles. Para estudios técnicos en producción y gestión logística, un enfoque común elegido por los estudiantes y las empresas es realizar un *Value Stream Mapping (VSM)* como un método de mapeo de procesos para evaluar el estado actual. (Kurdve & Salonen, 2014).

Esta herramienta, aportará a las instituciones educativas un panorama de todos sus procesos y de esta manera poder identificar cuáles serán sus puntos de mejora, con el fin de servir como soporte de comparación a futuras herramientas una vez aplicada la mejora.

Uno de los beneficios que obtendremos en nuestro estudio acerca de la aplicación de la metodología *lean VSM*, en el sector de la educación, será la visión de cómo otros países han adoptado esta filosofía como mejora continua en los procesos administrativos u operacionales dentro de las instituciones educativas.

Uno de los eslabones más difíciles de analizar en este sector, son los procesos que no agregan valor a la cadena de suministro, para (Fisher, Barman, & Killingsworth, 2011) en su estudio ha obtenido las siguientes observaciones al aplicar esta metodología en una institución de educación:

- Ahorra tiempo para los estudiantes y el personal administrativo asistente
- Reduce las interrupciones para el personal de la oficina
- Ahorra tiempo para los estudiantes
- Aumenta la eficiencia para el administrativo asistente
- Ahorra tiempo para los estudiantes y el personal administrativo asistente
- Elimina errores

Esta investigación tiene como objetivo principal analizar y explicar como otros autores han ido mejorando su sistema de educación a través de las herramientas de *lean* como lo es en nuestro caso de estudio *lean VSM*, como un método de mapeo de procesos para evaluar el estado actual de la organización y mejorando la eficacia en sus procesos.

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Las técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan y metodifican los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles (EEUU) o turbinas de barco (Europa). Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos. Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada. En ambos casos se trata conjuntos de acciones y técnicas que buscan una nueva forma de organización y que surgen y evolucionan en una época en donde era posible la producción rígida en masa de grandes cantidades de producto. (Hernandez & Idoipe, 2013)

Después de la Segunda Guerra Mundial se produjo una gran expansión de las organizaciones de producción en masa, en parte alentada por la política exterior norteamericana, que respondía a criterios puramente economicistas de aumento de la demanda agregada y la estabilidad de sus mercados. Esto generó gigantescas y rígidas estructuras burocráticas. Sin embargo, a fines de los años 60 del siglo pasado el modelo empezó a erosionarse, la productividad disminuyó y el capital fijo empezó a crecer, lo que entrañó una disminución de los niveles de rentabilidad. El modelo llegaba a su límite y era necesaria una adaptación. Entre las innovaciones se incorpora el toyotismo a la organización del proceso de trabajo que encuentran algunas salidas a la falta de flexibilidad de la estructura burocrática de la producción en masa. (Carrera & Sanchez, 2010).

A partir de estas reflexiones, Ohno estableció las bases del nuevo sistema de gestión *JIT* (*Just in time*) también conocido como *TPS* (*Toyota Manufacturing System*). El sistema formulaba un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”. Las aportaciones de Ohno se complementaron con los trabajos de Shigeo Shingo, también ingeniero industrial de Toyota, que estudió detalladamente la administración

científica de Taylor y teorías de tiempos y movimientos de Gilbreth. Entendió la necesidad de transformar las operaciones productivas en flujos continuos, sin interrupciones, con el fin de proporcionar al cliente únicamente lo que requería, focalizando su interés en la reducción de los tiempos de preparación. Sus primeras aplicaciones se centraron en la reducción radical de los tiempos de cambio de herramientas, creando los fundamentos del sistema *SMED* (*Single Minute Exchange of Die*). Al amparo de la filosofía *JIT* fueron desarrollándose diferentes técnicas como el sistema *Kanban*, *Jidoka* (*autonomación*), *Poka–Yoke* (*evitar equivocaciones*) que fueron enriqueciendo el sistema Toyota. (Hernandez & Idoipe, 2013)

¿POR QUÉ PRODUCCIÓN AJUSTADA?

Debido a las grandes transformaciones de la economía, los clientes son cada vez más exigentes, informados y conscientes del papel importante que juegan, porque son quienes valoran el producto. Los cambios de hábitos, estilos de vida y preferencias han transformado el panorama cultural, social y económico del mundo, obligando a las empresas a ser más flexibles, adecuar los productos y servicios a la nueva realidad, con nuevas formas de distribución y todo ello apoyados en los tres aspectos fundamentales de la competitividad: calidad, rapidez de respuesta y coste. El principio fundamental de *lean manufacturing* es que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere, y para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los desperdicios (ver Figura 1). En general, las tareas que contribuyen a incrementar el valor del producto no superan el 1% del total del proceso productivo, o lo que es lo mismo, el 99% de las operaciones restantes no aportan valor y entonces constituyen un desperdicio; tradicionalmente, los procesos de mejora se han centrado en el 1% del proceso que aporta valor al producto. (Carrera & Sanchez, 2010)

SISTEMA DE PRODUCCION AJUSTADA

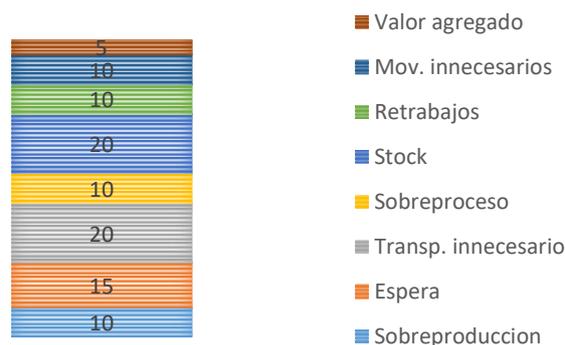


Figura 1. Los siete desperdicios.
Fuente. Elaboración propia

El objetivo primordial de la manufactura esbelta o producción ajustada es reducir la *muda* (*desperdicio*), todo aquello que no agrega valor y por lo cual el consumidor no está dispuesto a pagar. Dentro de los despilfarros, se tiene una categorización de siete diferentes tipos:

Sobre-producción: Fabricar artículos para los cuales no existen ordenes de producción; es decir, producir antes de que el cliente lo requiera.

Espera: Operarios esperan observando las maquinas trabajar o esperan por herramientas, partes, etc.

Transporte innecesario: Manipulación innecesaria de algunas partes o documentos durante la producción.

Sobre-procesos: Ejecución de acciones innecesarias por no conocer los requerimientos del cliente.

Stock: Equipos obsoletas (materiales, repuestos, productos), exceso de materia prima, inventario en procesos o productos terminados.

Movimientos innecesarios: Cualquier movimiento hecho por el personal durante sus labores, sea esta incómodo o innecesario es considerado un desperdicio.

Re-trabajos: Producción de partes defectuosas, reparaciones, rechazos, reclamos, etc.

PILARES FUNDAMENTALES DEL LEAN MANUFACTURING

Según (Carrera & Sanchez, 2010), la implantación de *lean manufacturing* en una planta industrial exige el conocimiento de unos conceptos, unas herramientas y unas técnicas con el objetivo de alcanzar tres objetivos: rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes. Tal como se ha escrito, los pilares del *lean manufacturing* son:

- La filosofía de la mejora continua: el concepto *Kaizen*.
- Control total de la calidad: calidad que se garantiza para todas las actividades.
- El *Just in time*.

PILAR 1: KAIZEN

La filosofía *kaizen* o el método de mejora continua, defiende que una serie de pequeñas mejoras continuas y constantes es mejor que un cambio grande. Para Masaaki Imai *kaizen* “es la mejora de todos los días, la mejora de todos y la mejora en todos lados”; es decir, hoy mejor que ayer, y mañana mejor que hoy. Más que una filosofía de vida, *kaizen* fomenta la formación de las personas, el trabajo en equipo, la participación y la creatividad.

El punto clave del mejoramiento continuo, se soporta en el *ciclo Deming* o *PDCA* (*plan, do, check, act*) “que es una secuencia lógica que se debe llevar a cabo consecutivamente que ayuda a identificar y a eliminar los problemas que se encuentran en la organización y llevar a cabo una gestión efectiva” W. Edward Deming.

El fin último de la metodología, es la construcción de una cultura de productividad basada en las capacidades de las personas y de la disciplina, orientada al cumplimiento de las metas de la organización

PILAR 2: CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD

Según Karou Ishikawa practicar el control de calidad “es desarrollar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea siempre satisfactorio para el cliente”; esto no se logra aun cumpliendo con todas las normas de calidad porque no siempre está al día con las necesidades del consumidor, por lo que su cumplimiento no garantiza la calidad del producto. El control total de la calidad constituye tres características básicas:

- Satisfacción al cliente
- Integración total
- Participación

La calidad total es un grado de uniformidad y fiabilidad predecible, de bajo costo y adaptado al mercado, en otras palabras, es todo lo que el consumidor necesita y anhela.

PILAR 3: JUST IN TIME

La técnica de producción *Just in time* nació en Japón en los años 50 donde fue utilizado por la empresa automovilística *TOYOTA*. El propósito principal de este sistema es eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción y es utilizado para alcanzar reducciones de costos nunca imaginados y cumpliendo con las necesidades de los clientes a los costos más bajos posibles y en el tiempo preciso. Para Taiichi Ohno el sistema *Just in time* “es producir artículos necesarios en las montos requeridos y en el momento exacto”; es decir, reducir el tiempo (*lead time*) transcurrido desde que el cliente hace un pedido hasta que recibe el producto (ver Figura 2).

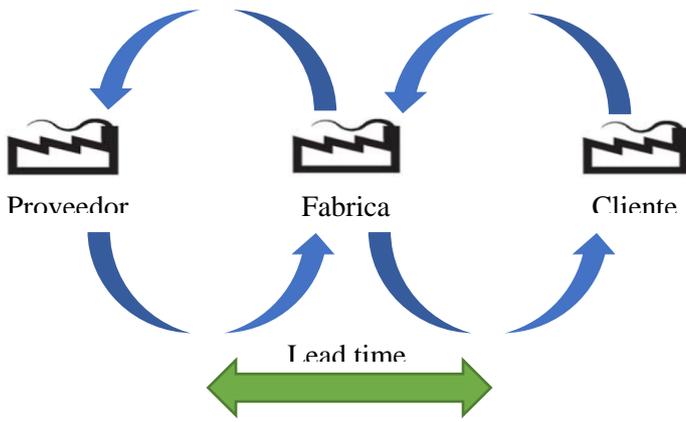


Figura 2. Lead time
Fuente. Elaboración propia

Por ello, uno de los pilares de esta filosofía fue precisamente el ahorro de espacio, eliminación de desperdicios y la eliminación de la carga que supone la existencia del inventario

LA CASA DEL SISTEMA DE PRODUCCION TOYOTA

La casa *TOYOTA* es la adaptación del *lean manufacturing* a las necesidades de una empresa en concreto, se asemeja a una casa porque es un sistema organizado. La casa es fuerte solo si el tejado, los pilares y cimientos son fuertes (ver Figura 3).

El techo de la casa está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo, el menor tiempo de entrega o tiempo de maduración (*Lead time*). Sujetando este techo se encuentran las dos columnas que sustentan el sistema: *JIT* y *Jidoka*. El *JIT*, tal vez la herramienta más reconocida del sistema *TOYOTA*, significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. *Jidoka* consiste en dar a las máquinas y operadores la habilidad para determinar cuándo se produce una condición anormal e inmediatamente detener el proceso. Ese sistema permite detectar las causas de los problemas y eliminarlas de raíz de manera que los defectos no pasen a las estaciones siguientes. La base de la casa consiste en la estandarización y estabilidad de los procesos: el *Heijunka* o nivelación de la producción y la aplicación sistemática de la mejora continua. A estos cimientos tradicionales se les ha añadido el factor humano como clave en las implantación del *lean*, factor éste que se manifiesta en múltiples facetas como son el compromiso de la dirección, la formación de equipos dirigidos por un líder, la formación y capacitación del personal, los mecanismos de motivación y los sistemas de recompensa. Todos los elementos de esta casa se construyen través de la aplicación de múltiples técnicas que han sido divididas según se utilicen para el diagnóstico del sistema, a nivel operativo, o como técnicas de seguimiento. (Hernandez & Idoipe, 2013)

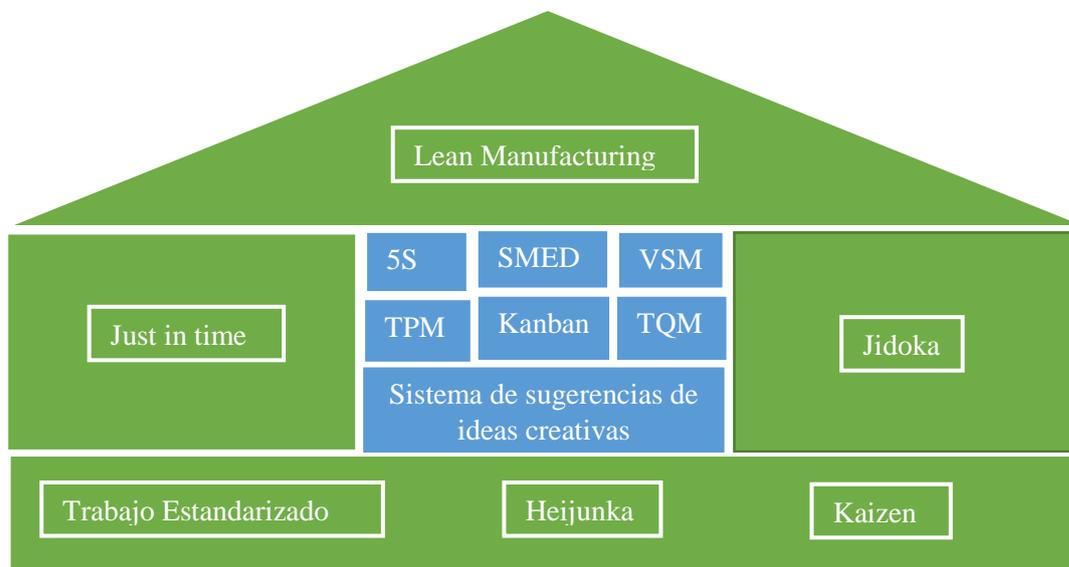


Figura 3. Casa del Sistema Producción *TOYOTA*
Fuente. Elaboración propia

HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING: VALUE STREAM

MAPPING (VSM)

Para (Beau & Drew, 2004) afirma que todos los conceptos *lean* típicamente se aplican a los procesos de producción de una organización, también se aplica a procesos administrativos y de no producción. El desafío es ser lo suficientemente creativos como para descubrir la mejor forma de usarlos en áreas particulares de la empresa con el fin de realizar beneficios significativos. En su libro de referencia *Lean Thinking (1996)*, James Womack y Daniel Jones define el mapeo de valor de la siguiente manera:

El conjunto de todas las acciones específicas requeridas para llevar un producto específico a través de los tres elementos críticos tareas de gestión de cualquier empresa:

- Resolución de problemas (por ejemplo, diseño).
- Gestión de la información (por ejemplo, procesamiento de pedidos).
- Transformación física (por ejemplo, conversión de materias primas en producto terminado).

VSM es una técnica que se utiliza para representar gráficamente, en un nivel amplio, las operaciones de una organización. La técnica se usa para identificar el flujo de material e información para poder analizarlo y mejorar continuamente. Una vez identificado la técnica apropiada de *lean manufacturing* se utiliza para cumplir con métricas de mejora específicas. Estas técnicas incluyen sistemas visuales, *5S*, *TPM*, diseño celular, equilibrio de trabajo, *JIT*, etc. (Lobaugh, 2008)

OBJETIVO DEL VSM

El *VSM* tiene como objetivo evidenciar todas las acciones requeridas para recibir y satisfacer las necesidades de los clientes ayudando a conocer el estado actual del proceso a través de la observación directa; cabe señalar que un mapa de flujo de valor no es una actividad que se realiza a nivel ejecutivo sino más bien, tan cerca como sea posible del proceso real para observar el estado actual y recolectar información objetiva.

TIPOS DE MAPA DE FLUJO DE VALOR (VSM)

Nivel de proceso VSM: Este mapa nos interesa el flujo de material y la información dentro de una célula en particular o líneas de producción.

VSM de puerta a puerta: Permite identificar el flujo del material y la información dentro de una fábrica u oficina.

VSM extendido o de empresa: El interés de este mapa está en el flujo del material o información entre varias organizaciones

BENEFICIOS DE UTILIZAR EL VALUE STREAM MAPPING

- Ayudan a visualizar el proceso global permitiendo una visión integral que las cosas funcionen realmente permitiendo ver sucesos desde el punto de vista del cliente,
- Permiten ver las pérdidas de un proceso,
- Permiten vincular las conexiones entre el material y el flujo de la información y,
- Ayudan al alineamiento de la organización; es decir, dando un punto de partida para la implementación de una mejora mientras que involucran a las personas.
- Manifiesta un vínculo entre el flujo de información y del material.
- Facilita un idioma común para la interpretación de los procesos de fabricación.

PASOS PARA REALIZAR UN MAPA DE FLUJO DE VALOR

1. Identificar la familia de productos.

Identificando el producto o servicio específico a ser mapeado, o más apropiadamente, los grupos de productos o servicios a ser mapeados, es una tarea temprana importante. Los grupos a menudo se conocen como "familias". Las familias son grupos de productos o servicios que comparten pasos de proceso similares, que son las principales actividades realizadas como parte del proceso de desarrollo. (Locher, 2011)

Una de las primeras cosas que el equipo debería hacer es desarrollar una matriz de productos y servicios y procesamiento pasos para facilitar las discusiones de familias de productos y servicios (ver Tabla 1). El equipo comienza esta discusión identificando las familias de producto y servicio de la empresa del cliente (interna o externa) perspectiva de la corriente de valor. En el caso del procesamiento de pedidos, el equipo podría preguntar si las necesidades del cliente difieren según el tipo de producto que el cliente está ordenando, es decir, los pasos de procesamiento difieren sustancialmente según el tipo de orden que sea. Quizás la compañía actualmente trata a todos los pedidos de la misma manera, mientras que podría ser más efectivo tratarlos de manera diferente ya que el cliente las necesidades o los pasos de procesamiento son marcadamente diferentes. (Beau & Drew, 2004)

Producto

Pasos de procesamiento

	Estimación/Cotizar	Diseño/Configuración	Ingresar Orden	Generar Paq. trabajo
Modelo A			X	X
Modelo B			X	X
Modelo C	X	X	X	X
Modelo D				X

Tabla 1. Matriz de productos/servicios y pasos de procesamiento. Fuente. (Beau & Drew, 2004)

2. Trazar el VSM del estado actual.

Según (Locher, 2011) el mapa de estado actual es una representación visual de cómo funciona el proceso existente (ver Figura 4). Los miembros individuales del equipo y la organización en general entenderán partes del proceso de desarrollo existente, pocas personas tendrán un sólido conocimiento de comprender cómo funciona realmente todo el proceso. Es probable que haya habido poco o ningún intento en el pasado para medir realmente la efectividad y la eficacia - la eficiencia del proceso existente en términos de costo, servicio y calidad. Hay seis pasos para completar un mapa del estado actual. Estos seis pasos se detallan a continuación.

1. Identificar las necesidades actuales de los clientes
2. Identificar los procesos principales (en orden).
3. Seleccione las métricas de proceso (o atributos de datos).
4. Realice un recorrido de flujo de valor y llene en cuadros de datos.

5. Establezca cómo cada proceso prioriza el trabajo.
6. Calcule las métricas de resumen del flujo de valor, como el tiempo de entrega, el tiempo de proceso, primer paso, rendimiento, costo y otras medidas que el equipo de mapeo considere importante.

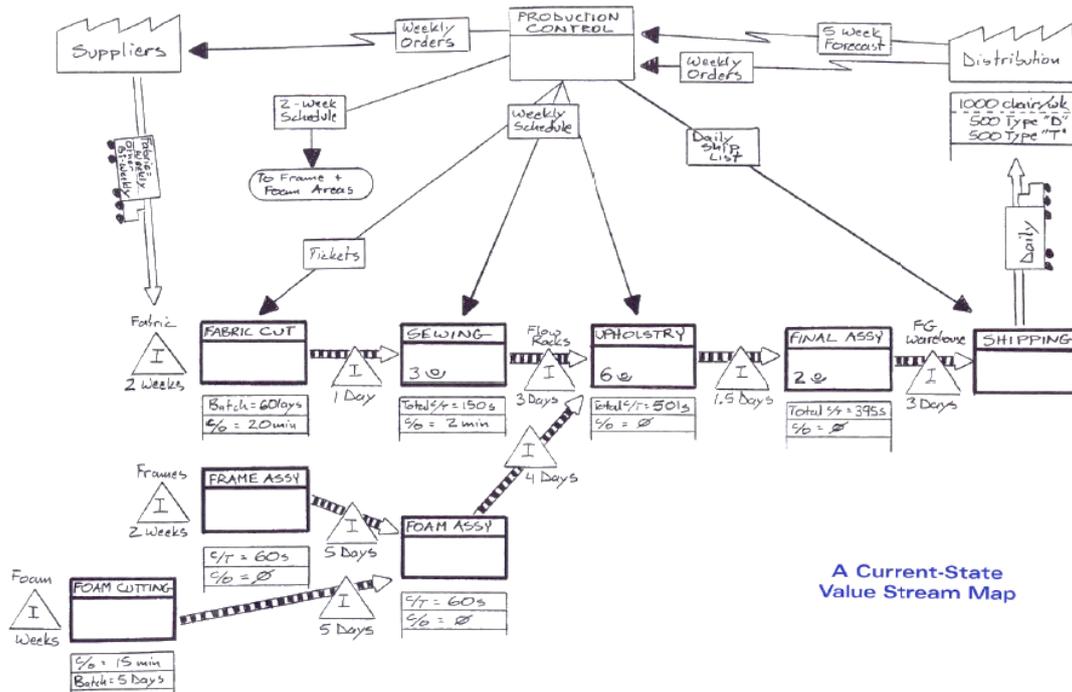


Figura 4. Mapa del estado actual.
Fuente. (Shook & Rother, 1999)

3. Crear el VSM del estado futuro.

Mientras que el mapa del estado actual documenta el rendimiento en la empresa existente, para (Beau & Drew, 2004) el mapa del estado futuro es la oportunidad para que la gerencia redefina la empresa para cumplir sus objetivos comerciales específicos con respecto al costo, servicio y / o calidad según lo percibido por el mercado (ver Figura 5). El equipo de mapeo puede exponer muchas oportunidades empresariales durante el esfuerzo de mapeo del estado actual, pero una organización generalmente no tiene todos los recursos necesarios para abordar todas las oportunidades a la vez. Entonces la pregunta es: ¿cómo y dónde comenzamos? El mejor punto de partida de la administración es centrarse en las porciones de la corriente de valor de la empresa que son directamente responsable de vender, diseñar y entregar los bienes y servicios al mercado. Por supuesto, puede haber razones para comenzar en otro lugar en el flujo de valor de la empresa. Quizás la más oportunidad visible y costosa está en algún otro lugar en la corriente de valor de orden al efectivo, o el flujo de

valor puede estar afectando negativamente las percepciones del cliente, como los plazos de entrega de la garantía, la factura procesamiento o documentación excesiva. Al diseñar un estado futuro, el equipo de mapeo siempre descubrirá varias alternativas: no hay un solo estado futuro correcto. Sin embargo, el equipo puede reducir su selección diseñando un estado futuro que se aplique directamente a los objetivos comerciales de la empresa y que la compañía puede implementar en un marco de tiempo razonable (típicamente de tres a seis meses). Para comenzar a diseñar el estado futuro de la organización, el equipo debe revisar un conjunto de preguntas de estado futuro como una guía. En conjunto, las preguntas representan un proceso de pensamiento que guiará al equipo para identificar las oportunidades de aplicar conceptos lean en toda la organización. Cada una de las preguntas se discute en las siguientes secciones:

1. ¿Qué necesita realmente el cliente?
2. ¿Con qué frecuencia se verificará el rendimiento?
3. ¿Qué pasos crean valor y cuáles generan desperdicio?
4. ¿Cómo puede fluir el trabajo con menos interrupciones?
5. ¿Cómo se controlará el trabajo entre interrupciones?
6. ¿Cómo se equilibrará la carga de trabajo y / o las actividades?
7. ¿Qué mejoras de proceso serán necesarias para alcanzar el estado futuro?

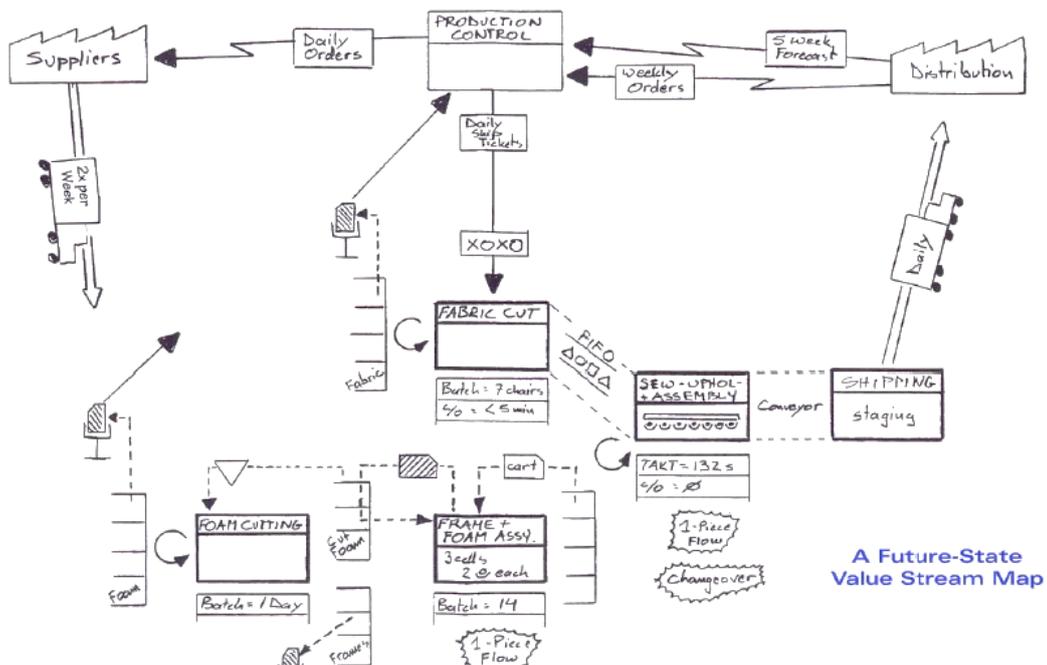


Figura 5. Mapa del estado futuro.
Fuente. (Shook & Rother, 1999)

4. Planeación e implementación

Desarrollar un plan de implementación razonable para la empresa significa implementar con éxito el estado futuro, las organizaciones deberían identificar varios "bucles" en el mapa del estado futuro. Los bucles son típicamente bolsas de flujo dentro del nuevo sistema de desarrollo definido en el mapa de estado futuro (ver Figura 6).

No hay reglas establecidas para identificar bucles. Tienden a ser porciones del futuro afirman que el equipo siente que pueden "tener en sus manos" con respecto a la implementación. Cualquier equipo que vaya a través de este proceso aprenderán mucho sobre su proceso existente, y el significa mejorarlo. El resto del personal dentro de la organización querrá saber lo sucedido durante el evento y qué decisiones se han tomado con respecto a estado futuro. Las organizaciones necesitarán comunicar esta visión para el futuro, como así como el plan para llegar allí, a todo el personal. Al final de cada evento de *VSM*, el equipo debe "informar" a otros miembros en la organización. El equipo hará uso de la documentación desarrollada durante el evento como referencia para estos reportar salidas. La documentación incluye el *SIPOC* (*supplier, input, process, out, customer*), el mapa de estado actual, las reflexiones del estado actual, el futuro mapa del estado junto con los beneficios proyectados y el plan de implementación. (Locher, 2011)

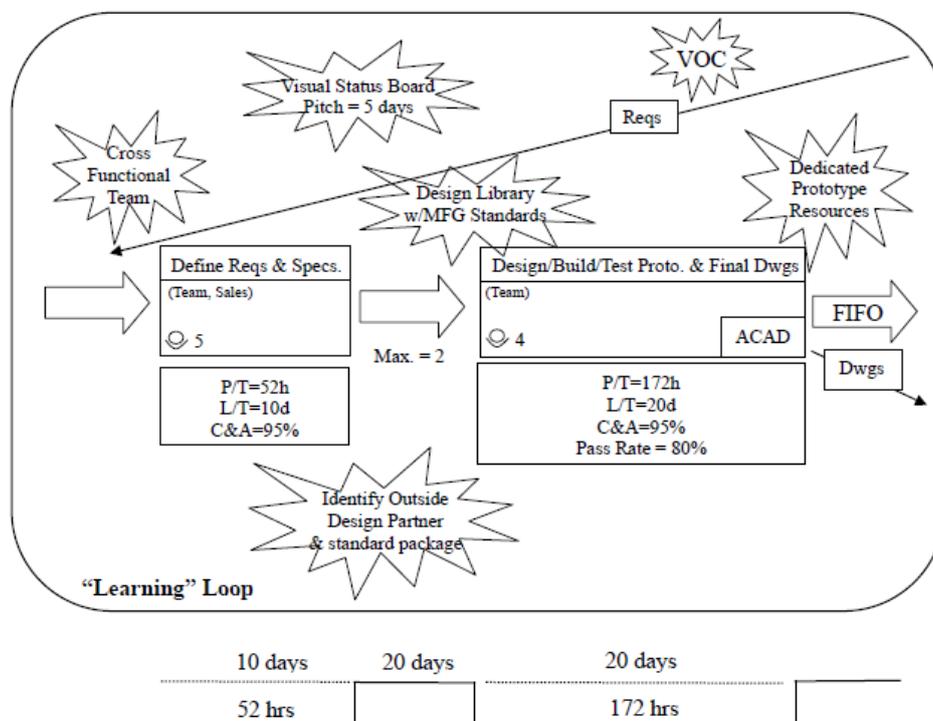


Figura 6. Mapa del estado futuro con bucles identificados
Fuente. (Locher, 2011)

SIMBOLOGIA DEL VALUE STREAM MAPPING

El VSM establece una simbología o iconos de un mismo lenguaje estándar para que todos los de la organización puedan entenderlos y mejorar la comunicación efectiva entre los procesos de la compañía y el personal de trabajo. Esta simbología se clasifica en iconos de procesos, materiales, información y generales que son los siguientes:

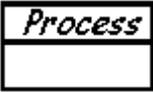
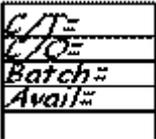
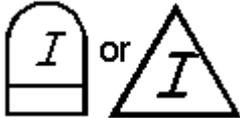
Iconos de Procesos	Significado
	Cliente/proveedor: Este ícono representa al Proveedor cuando se encuentra en la esquina superior izquierda, el punto de partida habitual para el flujo de materiales. El cliente se representa cuando se coloca en la esquina superior derecha, el punto final habitual para el flujo de materiales.
	Flujo de proceso dedicado: Es un proceso, operación, máquina o departamento, a través del cual fluye el material. Representa un departamento con un flujo fijo interno continuo.
	Proceso compartido: representa una operación de proceso, departamento o centro de trabajo que otras familias de flujo de valores comparten.
	Cuadro de datos: Va debajo de otros íconos que tienen información / datos significativos requeridos para analizar y observar el sistema.
	Célula de trabajo: indica que hay múltiples procesos e integrado en una celda de fabricación.

Tabla 2. Simbología del VSM (procesos)

Fuente. Elaboración propia

Iconos de Materiales	Significado
	Inventarios: Estos iconos muestran el inventario entre dos procesos

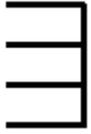
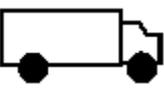
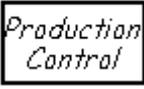
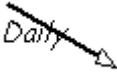
	Envíos: Representa el movimiento de las materias primas desde los proveedores hasta los muelles receptores de la fábrica. O bien, el movimiento de productos terminados desde el / los muelle / s de envío de la fábrica a los clientes
	Flecha de empuje: Representa el "empuje" del material de un proceso al siguiente.
	Supermercado: Este es un "supermercado" de inventario (<i>Kanban stockpoint</i>). Como un supermercado, hay un pequeño inventario disponible y uno o más clientes río abajo vienen al supermercado para seleccionar lo que necesitan.
	Extracción de material: Los supermercados se conectan a los procesos posteriores con este icono "Pull" que indica la eliminación física.
	FIFO Lane: Inventario de primeros en entrar, primeros en salir. Usa este ícono cuando procesos están conectados con un sistema FIFO que limita su entrada.
	Stock de Seguridad: Representa un inventario de "cobertura" (o stock de seguridad) contra problemas tales como tiempo de inactividad, para proteger el sistema contra fluctuaciones repentinas en las órdenes de los clientes o fallas del sistema, fluctuaciones repentinas en los pedidos de los clientes o fallas del sistema.
	Envío externo: Envíos de proveedores a los consumidores usando transporte externo.

Tabla 3. Simbología del VSM (materiales)
Fuente. Elaboración propia

Iconos de Información	Significado
	Control de producción: Este cuadro representa un departamento de planificación o control de producción central, persona u operación.
	Manual de información: Una flecha recta y delgada muestra un flujo general de información de memos, informes o conversaciones. La frecuencia y otras notas pueden ser relevantes.

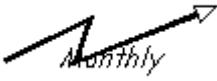
	<p>Información electrónica: Esta flecha de ondulación representa el flujo electrónico, como el intercambio electrónico de datos (EDI), Internet, Intranets, LAN (red de área local), WAN (red de área amplia). Puede indicar la frecuencia del intercambio de información / datos, el tipo de medio utilizado, por ejemplo. Fax, teléfono, etc. y el tipo de datos intercambiados.</p>
	<p>Producción Kanban: Este icono activa la producción de un número predefinido de partes. Señala un proceso de suministro para proporcionar partes a un proceso posterior.</p>
	<p>Retiro Kanban: Este ícono representa una tarjeta o dispositivo que instruye a un manejador de materiales para que transfiera partes de un supermercado al proceso de recepción.</p>
	<p>Kanban de señal: Se usa cuando el inventario disponible se nivela en el supermercado entre dos procesos cae a un desencadenante o punto mínimo. También se lo conoce como <i>Kanban</i> "uno por lote"</p>
	<p>Enviar Kanban: Una ubicación donde residen las señales <i>Kanban</i> para ser recogidas. A menudo se usa con sistemas de dos tarjetas para intercambiar extracción y producción <i>Kanban</i>.</p>
	<p>Pull Secuencial: Este ícono representa un sistema de extracción que da instrucciones a los procesos de subconjunto para producir un tipo y cantidad predeterminada de producto, generalmente una unidad, sin usar un supermercado.</p>
	<p>Nivelación de carga: Este icono es una herramienta para combinar <i>Kanbans</i> para nivelar el volumen de producción y mezclar durante un período de tiempo</p>
	<p>MRP/ERP: Programación usando MRP / ERP u otros sistemas centralizados.</p>
	<p>Ve a ver: Recopilación de información a través de medios visuales.</p>
	<p>Información verbal: Este icono representa el flujo de información verbal o personal.</p>

Tabla 4. Simbología del VSM (información)

Fuente. Elaboración propia

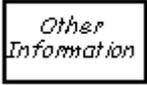
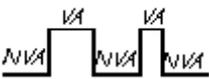
Iconos Generales	Significado
	Kaizen Burst: Estos íconos se usan para resaltar las necesidades de mejora y planear talleres kaizen en procesos específicos que son críticos para lograr el Mapa de estado futuro de la cadena de valor.
	Operador: Este icono representa un operador. Muestra la cantidad de operadores necesarios para procesar la familia de VSM en una estación de trabajo en particular.
	Otra información: Otra información útil o potencialmente útil.
	Línea del tiempo: Muestra los tiempos de valor agregado (tiempos de ciclo) y los tiempos sin valor agregado (espera). Use esto para calcular el tiempo de entrega y el tiempo total del ciclo.

Tabla 5. Simbología del VSM (general)

Fuente. Elaboración propia

FUNDAMENTACION TEORICA

Mejora continua: Filosofía de vida japonesa de mejorar cada día siendo hoy mejor que ayer, y mañana mejor que hoy.

Justo a tiempo: Filosofía del toyotismo de producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita.

Manufactura esbelta: Principio fundamental de *lean manufacturing* que el producto o servicio y sus atributos deben ajustarse a lo que el cliente quiere, y para satisfacer estas condiciones anteriores propugna la eliminación de los despilfarros.

Lead time: Tiempo transcurrido desde que el cliente hace un pedido hasta que recibe el producto.

SIPOC: Diagrama o estructura para comprender un proceso específico.

Desperdicio o muda: Todo aquello que no agrega valor.

5S: Herramienta de calidad para crear un lugar de trabajo limpio y ordenado que deje a la vista cualquier desperdicio y de visibilidad inmediata a cualquier anomalía.

METODOLOGÍA

El proceso metodológico de la presente investigación documental es recopilar las conclusiones y resultados obtenidos de diferentes autores sobre la implementación o aplicación del *Value Stream Mapping* dentro del sector educativo; El régimen que se siguió para la búsqueda de los artículos científicos que colaboren con la investigación propuesta, consistió, en por medio de las palabras claves como son: *VSM*, *lean manufacturing*, mapa de procesos, cadena de valor. Mediante el uso de estas palabras claves se agilitó el proceso de búsqueda en el cual se seleccionó aquellos con más relevancia y profundidad en el tema, dejando a los demás como fuente secundaria de información.

La búsqueda de información se abordó por analizar aquellos artículos con énfasis en los conceptos generales de *VSM* como lo es su definición, objetivos, alcance, simbología, cuando y como aplicarlo, sus limitaciones y demás información para tener un conocimiento amplio del *VSM*. La secuencia en la exploración de las fuentes de información consistió en analizar aquellos documentos de la base de datos en los que se hace referencia a la aplicación de *VSM* en las organizaciones netamente de servicios, por razones de que la implementación de esta herramienta *lean* se adecuan de manera casi exacta con la aplicación dentro del sector educativo. Finalmente la obtención total de la base de datos en su mayoría está compuesta con la información detallada de la implementación de esta filosofía en la educación, analizando los comentarios y conclusiones hechas por otros autores.

El *Value Stream Mapping* como opción de mejora ha sido aplicada en los campos generales de las industrias manufactureras, en los últimos años debido a su importante aportación en las organizaciones de producción de bienes, esta herramienta ha extendido su campo de aplicación llegando a ser utilizada como herramienta de mejora en las empresas de servicio. El papel importante de la herramienta *VSM* es desarrollar un enfoque denominado *Servicie Value Stream Management (SVSM)*, este servicio se centra en un aglomerado de fundamentos conceptuales y genéricos alineado en un marco organizacional, que en la mayoría de las situaciones de aplicación puede ser utilizado como manual de guía para la aplicación y desarrollo de un veraz servicio lean o esbelto. (Bonaccorsi, Carmignani, & Zammori, 2011).

La metodología de aplicación del *VSM* en el sector educativo, es similar a los procesos de implementación que se realizan en las organizaciones de servicios, es por ello que la revisión de la literatura de los resultados obtenidos en este tipo de empresas tienen un alto grado de repercusión en su aplicación dentro de la educación en todos sus niveles; el *VSM* en las organizaciones de servicio permite visualizar con claridad en qué punto o puntos dentro de la cadena de valor no estamos siendo eficientes, logrando así de esta manera a seleccionar las mejores respuestas de decisión a los problemas más relevantes donde se produce el fallo. (González & Hanemann, 2006).

La aplicación de esta metodología de mejora a nivel de empresas que brindan servicios, ha conseguido una mejora en los puntos débiles más relevantes en estas organizaciones, es así, que la adaptación de esta herramienta en el sector servicios puede ser muy relevante, con el fin de mejorar los procesos internos y las gestiones dentro de la cadena de valor de las instituciones.

Aplicar *VSM* en una institución educativa implica tener un impacto significativo en 4 aspectos importantes: alumnos, docentes, personal administrativo y directores; para que los estudiantes tengan un conocimiento amplio de la filosofía *Value Stream Mapping*, es preciso impartir durante su formación académica asignaturas de *lean manufacturing*, esperando que todo los alumnos egresados en la institución tenga conocimiento de *VSM* y otras herramientas. El cuerpo de docentes también es un aspecto importante que recalcar y que se debe familiarizar con la metodología de mejora impartiendo cursos o talleres de filosofía *lean* en instituciones educativas, para así; tener una conexión beneficiosa tanto docentes como los directivos y el personal administrativo que son los pilares fundamentales para el buen andar de las institución. Es por ello que implementar una filosofía de mejora va a ayudar a mejorar los indicadores de gestión que se encuentran a cargo por este grupo de personas. (Arratia, 2008).

Según (Villaseñor & Galindo, 2007), la implementación del *VSM* se requieren el cálculo de algunos aspectos operacionales, obteniéndose así una clara visualización de los procesos. El parámetro fundamental a calcular es el *Takt time* que indica el ritmo de producción, este indicador marca el ritmo al que la empresa necesita producir para satisfacer al cliente, su cálculo es una relación del tiempo de producción disponible y la cantidad total requerida ($Takt\ time = tiempo\ de\ producción\ disponible / cantidad\ total\ requerida$).

El *Pitch* es otro indicador relevante que concatenado con el *Takt time* y hace referencia a la fabricación de una cantidad piezas en un tiempo específico, su cálculo es un producto entre el *Takt time* y el número de piezas por lote ($Pitch = Takt\ time * \text{número de piezas por lote}$).

Como demostración de la utilidad de las formulas expuestas en el párrafo anterior, se simulara la suposición de que un proceso industrial tenga 9 horas disponibles netas (eliminando los retrasos por desayuno, descansos etc.) en una jornada laboral. Para este proceso manufacturero el cliente está demandando 3000 unidades por día, y se necesitan que se muevan 15 piezas al mismo tiempo. Con esta información se procede a realizar el cálculo respectivo del *Takt time* y del *Pitch*.

- $Tiempo\ disponible\ en\ segundos = (9\ h) * (3600\ seg/h) = 32400\ seg$
 $Takt\ time = tiempo\ de\ producción\ disponible / cantidad\ total\ requerida$
 $Takt\ time = (32400\ seg) / (3000\ u)$
 $Takt\ time = 10,8\ seg / u$
- $Pitch = Takt\ time * \text{número de piezas por lote}$
 $Pitch = (10,8\ seg) * (15\ u)$
 $Pitch = 162\ seg/lote$

Los resultados arrojados indican que el ritmo de producción es de 10,8 segundos por unidad y si se requiere trabajar con lotes de 15 unidades se necesita un tiempo o ritmo de trabajo de 162 segundos por lote.

DESARROLLO DEL TEMA

En las últimas décadas, las universidades se han vuelto cada vez más ineficientes y centradas internamente. Con las condiciones económicas prevalecientes en este momento, el financiamiento se ha vuelto escaso para las instituciones educativas. La competencia por los estudiantes también ha aumentado. Además, la acreditación basada en los resultados se ha convertido en la norma en los criterios de acreditación actuales. Las ventajas brindadas por el *VSM* son primordiales para la acreditación deseada por las instituciones, esta filosofía de mejora conlleva a que los estudiantes están aprendiendo habilidades y adquiriendo conocimiento que es valioso y prepara al estudiante para una profesional carrera en su campo elegido. Es imperativo que aquellos programas que deseen permanecer acreditados demuestren que la educación proporcionada satisface las necesidades del estudiante, el empleador y otros constituyentes. (Steinlicht et al., 2010)

Si bien la necesidad de una reforma escolar es ampliamente reconocida y practicada, el camino hacia la creación y el mantenimiento del cambio es un área con la que las escuelas luchan a pesar de que existe una preocupación compartida en la comunidad educativa. (Flumerfelt & Green, 2013)

La capacidad de comprender cómo implementar y mantener el cambio es difícil. El cambio educativo tiene una baja tasa de éxito; Además, las iniciativas de reforma no alcanzan los objetivos promocionados, lo que genera confusión y desalentó a las partes interesadas clave. Por lo tanto, existen lagunas que se reconocen entre las esperanzas de la reforma escolar y la capacidad de participar en la mejora, la búsqueda de perfeccionar el flujo de los procesos educativos se ha convertido en una necesidad social en donde los más afectados por la ineficiencia de gestión son los estudiantes. (Chiarini, 2006)

(Dragomir & Surugiu, 2015) afirman que el principal fundamento para la aplicación de cualquier herramienta de lean manufacturing es cuando se sitúa una dificultad o una situación que altera la secuencia normal de proceder las cosas, una crisis común es la reducción de presupuesto, por lo que aplicar una herramienta de mejora que optimiza los costos e elimine los gastos innecesarios es la opción más recurrente y lógica; la principal pared de oposición en la implementación lean es la resistencia al cambio de los colaboradores, por el cual este aspecto debe ser manejado con gran cuidado, un método

común para controlar esta resistencia al cambio es que los líderes o jefes de departamentos deben estar informados de los beneficios que se obtendrán con la implementación *lean*.

La implementación del *Value Stream Mapping* en los sistemas educativos en diferentes niveles institucionales consiste en acoplar la metodología de esta herramienta *lean* en diversas áreas de estos organismos, el departamento de obras públicas de una institución educativa también se beneficia de la aplicación del *VSM*, en esta situación la herramienta ayuda a optimizar ahorros en la gestiones de construcción dentro del establecimiento en especial el número de personal involucrado en este proceso, sirviendo así como un ascenso en el valor agregado percibido por los clientes. El análisis y gestión eficaz de proyectos es muy importante, es por ello que realizar un mapeo de la cadena de valor dentro de este departamento agiliza la identificación de aquellas actividades que no brindan valor, con el fin de evaluar y formular soluciones de corrección que faciliten el flujo de los proyectos tanto para su evaluación, aprobación y desarrollo logrando así a cumplir sus metas. (Oscar, Rubiano; Sandra, 2015).

La importancia de una bodega en las instituciones es su utilidad como medida de almacenamiento y disponibilidad de las provisiones comúnmente utilizadas en los diferentes departamentos; el almacenaje de los insumos es importante para detectar los inconvenientes situados dentro de las bodegas permitiendo de esta manera evaluar numéricamente el cumplimiento exacto de los insumos en su punto de requerimiento y controlando los indicadores de gestión logísticos involucrados dentro de estos departamentos. Para poder detallar y estudiar la logística interna dentro del almacén la herramienta *VSM* es utilizada para tener una visión general de los procesos que se llevan a cabo dentro de él, obteniendo de esta manera información necesaria sobre los puntos de desperdicios que incurren en esta gestión. (Dotoli, Epicoco, Falagario, Costantino, & Turchiano, 2015).

Según (Lazarin, 2010) la existencias de bibliotecas educativas en los establecimientos educativos es de vital importancia para la investigación por parte de las partes interesadas, estas fuentes de búsqueda necesitan una eficaz gestión de flujos de información física y digital. El *VSM* aplicado en las bibliotecas tienen un grado de complicidad muy considerado por razones de la estructuración e identificación de cuellos de botella, la estandarización de los procesos y en especial automatizar los tiempos en cada actividad que se realiza en este

departamento depende de lo solicitado por el cliente, excluyendo la dificultad de la aplicación del *VSM* en bibliotecas, los resultados que se pueden obtener por su correcta implementación es una mejora eficaz en la gestión de inventarios, circulación de información y adquisiciones de insumo dentro de las bibliotecas académicas permitiendo la identificación de las mudas más relevantes en el sistema.

La gestión eficaz de los trámites burocráticos es uno de los beneficios que brinda el *VSM*, con esta mejora se consigue ahorrar tiempo para los estudiantes y los asistentes de administración, el *Value Stream Mapping*. (Fisher et al., 2011).

Las herramientas *lean* en especial el *VSM* es considerado en varios sectores como la mejor solución a la mejora continua, *lean* está ganando territorio en las instituciones educativas como una filosofía organizacional y un paquete de instrumentos administrativos; la implementación *lean* requiere un compromiso del capital social, técnico y humano de una organización para la mejora continua con el fin de identificar formas distintas de crear valor según determinado por las necesidades que se presenten. (Flumerfelt & Green, 2013)

Los estudiantes que estudian poco, especialmente aquellos que persiguen una carrera en el campo de la fabricación, se beneficiarían enormemente al comprender los conceptos y métodos de Value Stream Mapping (*VSM*). Muchos estudiantes de ingeniería no tienen los conocimientos ni la experiencia necesarios para comprender completamente los procesos de fabricación y los procesos, y mucho menos las complejidades asociadas a ellos. Esta inexperiencia que tienen los estudiantes puede mejorarse utilizando los métodos simples de *VMS*. Después de las discusiones iniciales sobre los tipos de procesos de fabricación y las discusiones sobre los procesos no relacionados con la fabricación, el alumno tendría los conocimientos básicos necesarios para generar un mapa. Representar gráficamente el flujo del proceso y hacer que los estudiantes participen en la creación del proceso ayuda a mejorar esta información. (Lobaugh, 2008)

Para (Morlock & Meier, 2015) afirman que la inclusión, actualización y control de los indicadores de gestión o *KPI* son de vital importancia para establecer puntos de comparación y sobretodo llevar un control de la funcionalidad de los procesos internos de las organizaciones, el *VSM* aporta a estos indicadores una mayor planificación de rendimientos sobre los *KPI*; para este propósito se ha introducido la correlación de flujo de valor de

servicio como una conexión del análisis de flujo de valor con el plano de servicio. De este modo, es posible un proceso de representación de producción y servicios junto con la interacción con el cliente y los tiempos correspondientes.

La secuenciación de los procesos dentro de las actividades organizacionales es un aspecto significativo, del actual depende el desempeño diario de las funciones que se realizan internamente en las instituciones, la ventaja principal que aporta el *Value Stream Mapping* es la identificación de estas secuencias de procesos, permitiendo de esta manera poder enfocarse en mejorar o en el mejor de los casos cambiar totalmente la estructura que se tenía implementada. La mejora de los tiempos de respuestas a diversas situaciones es otro semblante el cual se debe analizar con total énfasis, de ello depende la eliminación de cuellos de botellas o restricciones que se encuentran limitando la total eficacia del sistema de gestión en una institución educativa. (Stadnicka & Ratnayake, 2017)

CONCLUSIONES

En esta contribución bibliográfica la hemos realizado examinando en diferentes tipos de bases de datos bibliográficos como SCOPUS, REDALYC, SCIENCEDIRECT entre otros; como otros autores han implementado las herramientas de *lean manufacturing* en el sector educativo en especial el *Value Stream Mapping* para mejorar la gestión académica y procesos de la misma. Se puede afirmar que las herramientas de *lean* como el *Kaizen*, *5S*, *Just in time*, etc., nos ha dado un enfoque general en organizaciones manufactureras como son *TOYOTA* y *FORD*, como han optimizado los recursos y agilizado sus procesos de su cadena de valor con el único objetivo de reducir la *muda* para facilitar la satisfacción al cliente.

En el sector educativo según la información explorada y analizada, muchas instituciones mejoraron sus procesos reduciendo tiempos y costos como lo es en el departamento de obras públicas que según (Oscar, Rubiano; Sandra, 2015) la aplicación de herramientas *lean* para este caso, contribuyen a lograr tanto ahorro en la utilización de personal involucrado y en el proceso de gestión como un aumento del valor agregado para los clientes. Se valida que los síntomas de problemas que se observan en una cadena de valor deben ser analizados con un enfoque sistémico, para comprender la raíz de los problemas y sus consecuencias, así como también la efectividad de las acciones de mejora. El mapeo de la cadena de valor permite identificar estructuras subyacentes en la cadena de valor además de las actividades que no agregan valor para proponer la formulación acciones estructurales que agilicen el flujo de los proyectos en el flujo principal para el cumplimiento de las metas planeadas.

Para finalizar esta contribución bibliográfica, podemos concluir que en el Ecuador se desconoce el tema de *lean manufacturing*, de cómo implementarlo y ejecutarlo en el sector educativo en especial el *VSM*, ya que a lo largo de nuestra formación académica nos han ido inculcando que las herramientas de *lean* solo se aplican a compañías manufactureras o de fabricación y que solo sirven para estos sectores. *Lean* significa crear más valor para los clientes con menos recursos, minimizando el desperdicio pero; también los principios de mejora de la gestión *lean* también se pueden aplicar en el caso de instituciones educativas dando una mejora significativa a los clientes (estudiantes) y a los proveedores de servicio (personal, docente, etc.) corrigiendo y perfeccionando eficientemente el ahorro de tiempo

tanto para el estudiante y personal administrativo, eliminando errores y reduciendo significativamente los tiempos para ejecutar algún procedimiento de la cadena de valor de cualquier institución educativa del Ecuador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arratia, E. R. (2008). *Modelo de Implementación de LEAN en Instituciones Educativas Caso Institución Educativa Privada de Nivel Superior del Estado de Querétaro - Edición Única*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11285/569867>
- Beau, K., & Drew, L. (2004). *Value Stream Mapping for Administrative and Office Processes* (Productivi). New York.
- Bonaccorsi, A., Carmignani, G., & Zammori, F. (2011). Service Value Stream Management (SVSM): Developing Lean Thinking in the Service Industry. *Journal of Service Science and Management*, 4(4), 428–439. <https://doi.org/10.4236/jssm.2011.44048>
- Carrera, M. R., & Sanchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad* (Díaz de Sa). Madrid.
- Chiarini, A. (2006). *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office* (Vol. 3). Italia: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-88-470-2510-3>
- Dotoli, M., Epicoco, N., Falagario, M., Costantino, N., & Turchiano, B. (2015). An integrated approach for warehouse analysis and optimization: A case study. *Computers in Industry*, 70(1), 56–69. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.12.004>
- Dragomir, C., & Surugiu, F. (2015). Constanta Maritime University ' s Annals Year XIII , Vol . 17 Constanta Maritime University ' s Annals. *Constanta Maritime University's Annals*, 18, 225–227.
- Fisher, W. W., Barman, S., & Killingsworth, P. L. (2011). Value stream mapping for improving academic advising Samir Barman. *Operations Management*, 4(1), 45–59.
- Flumerfelt, S., & Green, G. (2013). Using Lean in the Flipped Classroom for At-Risk Students. *Educational Technology and Society*, 16(1), 356–366. https://doi.org/http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.16.1.356?seq=1&cid=pdf-%0Areference#references_tab_contents
- González, O., & Hanemann, R. (2006). *Value Stream Mapping Aplicado Al Sector Servicios*. Universidad de Chile.
- Hernandez, J. C., & Idoipe, A. V. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, tecnicas e implementacion*. Madrid. Retrieved from <http://www.eoi.es/savia/documento/%0Aeoi-80094/lean-manufacturing-conceptotecnicas-%0Ae-implantacion>
- Kurdve, M., & Salonen, A. (2014). Value stream mapping used in interaction between industry and university. *School of Innovation, Design and Engineering*, 1–8.
- Lazarin, S. C. (2010). *Implementación de una Herramienta de Mejora Continua en una Biblioteca Académica-Edición Única*. Instituto Tecnológico de Estudio Superior de Monterrey. Retrieved from <https://repositorio.itesm.mx/ortec/handle/11285/569703>
- Lobaugh, M. (2008). The value of Value Stream Mapping to students. *Proceedings of the 2008 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, 1–12.
- Locher, D. a. (2011). *Value Stream Mapping for Lean Development: A How-To Guide for Streamlining Time to Market* (Google eBook).

- Morlock, F., & Meier, H. (2015). Service Value Stream Mapping in industrial product-service system Performance Management. *Procedia CIRP*, 30, 457–461. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.128>
- Oscar, Rubiano; Sandra, C. (2015). De Proyectos De Construcción : Estudio De Caso En Infraestructura Universitaria Pública. *Heurística*, 17, 21–33.
- Salazar, E., Capuz, S., De Reza, S., Padilla, J., & Salinas, C. (2013). Value Stream Mapping (VSM) for the Process of Professional Formation. *17th International Congress on Project Management and Engineering*, (July), 1387–1399.
- Stadnicka, D., & Ratnayake, R. M. C. (2017). Enhancing Aircraft Maintenance Services: A VSM Based Case Study. *Procedia Engineering*, 182, 665–672. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.177>
- Steinlicht, C., Neary, A., LeBrun, T., Sauke, K., Sundermann, C., & Weber, J. (2010). Program development work in progress: Value stream mapping the educational process outcomes. *2010 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, T1H–1–T1H–2. <https://doi.org/10.1109/FIE.2010.5673395>
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2007). *Manual_Lean_Manufacturing_Guia_Basica.pdf* (LIMUSA SA). Mexico: Tecnológico de Monterrey.