

## Modelo de desarrollo de productos como parte esencial de la gestión de manufactura del ciclo de vida del producto

### Lean product development model as an essential part of managing manufacturing of the product life cycle

Félix Mauricio Murillo Calderón<sup>a</sup>, Edwin Marcelo Lema Guamán<sup>b</sup>, Franklin Hernán Vásquez Teneda<sup>c</sup>, Cristian Iván Eugenio Pilliza<sup>d</sup>, Fabián Alejandro Cargua Colcha<sup>e</sup>.

<sup>a, b, c, d, 3</sup> Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido Sector San Felipe

**Correspondencia Autores:** felix.murillo@utc.edu.ec<sup>1</sup>, edwin.lema@utc.edu.ec<sup>2</sup>, franklin.vasquez@utc.edu.ec<sup>3</sup>, cristian.eugenio@utc.edu.ec<sup>4</sup>, fabian.cargua@utc.edu.ec<sup>5</sup>

**Recibido:** octubre 2017, **Publicado:** diciembre 2017

**Resumen**— Las empresas innovan a condiciones de desarrollo de producción ajustada, manufactura robusta, producción limpia o producción sin desperdicios, los nuevos modelos de gestión Lean Product Development ofrecen la guía para eliminar el desperdicio, aumentar la cadena de valor del producto hacia el cliente. En particular, el desarrollo emergente de modelos de gestión enfocados a mejorar la eficiencia, eficacia y las competencias del personal y organización inmerso en la creación de flujo más flexible con la optimización en el desenvolvimiento de productos en menor tiempo de salida a los mercados con mayor calidad, menores costos además de producción just-in-time. Los principios de producción ajustada también reaccionan a gestión ligera o pensamiento esbelto en el que los elementos básicos de Lean Product Development gestionan en base a herramientas específicas para anticipar riesgos, abordarlos con un diseño robusto en el que se aplica diversas pruebas aceleradas seguidamente de un análisis de fallas para entender los límites, debilidades, y finalmente el seguimiento de las acciones correctivas hasta el cierre del proceso.

**Palabras Claves**— Gestión, Lean Product Development, optimización, producción.

**Abstract**— All the companies innovate under conditions of light production, robust manufacturing, clean production or waste-free production, Lean Product Development management models provide a guide to eliminate waste and increase the value chain of the product to the customer. Particularity, the emerging development of management models focused on improving the efficiency, effectiveness and skills of human and organization immersed in the creation of more flexible flow with the optimization in the development of products in less time of exit to the markets with higher quality, lower costs in addition to just-in-time production. The principles of lean production also react to light management or lean thinking in which the basic elements of Lean Product Development manage with specific tools to anticipate risks, approach them with a robust design in which accelerated tests are applied followed by a fault analysis for understand limits, weaknesses, and finally follow up corrective actions until the end of the process

**Keywords**— Lean Product Development, Management, optimization, production

## I. INTRODUCCIÓN

La influencia de la etapa de diseño en los resultados de los proyectos, tanto económica como técnicamente es extremadamente importante es así que desde los años 80 el desarrollo tradicional de nuevos productos ha utilizado típicamente un proceso de desarrollo escalonado, concepto de prototipo para verificación de diseño y finalmente producción. Las revisiones del mismo se completan al final de cada fase para inspeccionar el progreso, riesgos restantes y aprobación para avanzar a la siguiente fase de desarrollo o seguidamente volver a trabajar o cancelar el proyecto. Este enfoque ha caracterizado la selección temprana de un concepto, que luego se desarrolla y prueba. Se encuentran deficiencias en el proceso y el diseño se vuelve a procesar, a menudo repetidamente, hasta que el presupuesto alcanza los límites de horario. Con demasiada frecuencia la producción comienza y los problemas restantes se resuelven con un gasto significativo durante la producción temprana y puesta en marcha del producto. En el desarrollo de productos, esta re - elaboración se considera como un debe ser eliminado. A mediados de los años 90 el excelente rendimiento de Toyota en comparación con otros fabricantes atrae la investigación para demostrar por qué y cómo las diferencias provienen. Las empresas automotrices constantemente desarrollan vehículos de mayor calidad a la vez más rápido que sus competidores; eso conlleva al lanzamiento de más vehículos nuevos anualmente que la mayoría de sus competidores, es el caso de Toyota, creando un flujo constante de nuevos productos de calidad para satisfacer la demanda de los consumidores. Esto ha impulsado a obtener beneficios tangibles de la industria que alcanzando un récord en Japón de 10.900 millones de dólares en 2005, una capitalización de mercado mayor que el de GM y Ford combinados y un crecimiento continuo en cuota de mercado. Toyota ha logrado obtener la relación costo de I + D más baja en sus ventas, al combinar sus capacidades de producción lean con estrategias comunes de arquitectura, el proceso estándar y

la distribución de componentes, logró una increíble ventaja de costo total. Además se alcanzó a una velocidad dominante la calidad al mismo tiempo de minimizar las variaciones y aumentar el potencial de resultados en un entorno impredecible [1].

Para la realización de este trabajo las principales técnicas utilizadas han sido la revisión de literatura científica así como el análisis comparativo e inicialmente se realizó la revisión de los diferentes conceptos y definiciones de la temática a desarrollar, posteriormente se incluyó la revisión de varios artículos científicos sobre el Lean Product en la industria 4.0; es así que de manera formal se seleccionó el estudio de casos [2] para así realizar una memoria más a fondo de los temas esenciales y seguidamente describir los diferentes procedimientos y características específicas de los artículos más relevantes sobre la gestión con herramientas de Lean Product Development.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

En las industrias del sector automotriz el pensamiento Lean es un modelo de vida y es utilizado como punto de partida en debates por académicos que discuten el desarrollo de enfoques sistémicos. Así como aquellos en la industria que buscan un marco para su actividad de gestión de lifecycle de productos, la consultoría y el mundo académico en un marco de referencia coherente que permita la consecución de un enfoque o un paso tentativo para superar otras debilidades [3]. Como principio Lean Product Development es un enfoque contingente que puede utilizarse para la innovación, seguidamente adopta un enfoque más realista en el que considera que la mayoría de las empresas trabajan en entorno multipropósito y como punto final establece que presta mayor atención a los aspectos humanos de los nuevos productos desarrollados y del PLM1.

Lean debe aplicarse no únicamente en la fabricación o manufactura automotriz, sino que también deben extenderse a diferentes procesos, especialmente a aquellos que se encuentran más arriba en la cadena de producción tal es el caso del proceso de desarrollo del producto.

[4] - [5] indican que los trabajos de investigación y la experiencia en informes examinan cómo el desarrollo ágil y la gestión de productos interactúan con organizaciones, estructuras, culturas y productos. Este desarrollo ágil de software como se indica en [6] y el producto de gestión mejoran drásticamente la eficiencia del valor que producen las organizaciones enfocados con un plan de gestión en cascada. Los métodos de desarrollo ágil promueven el lanzamiento de productos con la reducción del riesgo en el desarrollo de productos.

Indica, [7] que en su trabajo a pesar de la atención dada al tema por el mundo académico, las investigaciones recientes han encontrado que la industria aún no ha comprendido plenamente sus beneficios. Entre los principales factores atribuidos se encuentra la complejidad de las herramientas estadísticas el cual es un

concepto erróneo general de su implementación. Basado en el producto de Toyota, desarrollan el término Robustez que se define ampliamente en base a tres formas de variación: físico, diseño y mercado.

El pensamiento lean invita a mejorar el desempeño del desarrollo de productos (PD2) en el que se elimina las actividades sin valor añadido (residuos) y creando flujo flexible de productos. Sin embargo, las empresas que relacionan la metodología Lean PD en la práctica aprovechan sus principios para mejorar los resultados. [1], e introduce un modelo llamado equipos compactos (CT3) que se deduce de casos reales que ha obtenido mejoras significativas al implementarlo tal es el caso de la empresa italiana Carel Industries S.P.A., que diseña y produce productos en los mercados de calefacción, ventilación, aire acondicionado y refrigeración.

Sin embargo, con la aplicación de Lean Product Manufacturing sucede algo notable con cambios en el desarrollo de productos más competitivos. Para identificar estos cambios y los impactos de los principios de desarrollo lean se describe en fases y las funciones cruzadas del proceso de desarrollo del producto. Además del impacto es evaluado por medio de un proceso de tres etapas que se adhieren a los procedimientos, planos, y especificaciones técnicas del producto [8] para después expresar los resultados en forma de resumen.

Debido a ciclos de vida del producto más corto y una competencia más fuerte en muchas industrias, el desarrollo de productos ganan importancia, empresas como Toyota, que han implementado el desarrollo de productos de acuerdo con Lean Thinking, en el que contienen plazos de comercialización significativamente más cortos, además de menores costos de desarrollo, así lo indica [9].

En relación al mejoramiento del proceso de diseño en proyectos, el proceso de diseño no se concibe no sólo como un modelo de conversión, sino que con las características de los modelos de flujo y valor, cambia la perspectiva tradicionalista para descubrir y analizar el pensamiento moderno de la fábrica 4.0 [10].

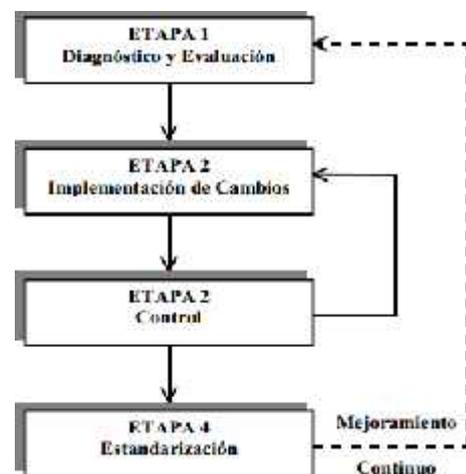


Fig 1. Metodología de mejoramiento

El objetivo principal de la implementación es lograr un

proceso de desarrollo de productos orientado al valor, eficiente en cuanto a recursos y producción ágil. Como resultado, la implementación de LDS4 provoca cambios dramáticos en los procesos, la cultura, el liderazgo y el sistema de valores, en comparación con la implementación de Lean Production Systems (LPS) [9].

Según, [9] comunica que los cambios preliminares influyen directamente en el proceso de desarrollo del producto. Eso demostró que los cambios surgen especialmente en el diseño del producto. Además, se demostró que los LDS los principios tienen un gran impacto en la gestión de proveedores, la ampliación de las actividades SUD existentes centrado, particularmente debido a la cantidad de desarrollo y logros alcanzados por el proveedor.

Lean thinking se aplicó con éxito y es ampliamente utilizado en los procesos de fabricación en todo el mundo, y del mismo modo parece ser la "respuesta" para obtener una mejora en el rendimiento de NPD5. En la fabricación de un producto físico fluye todo el proceso; en NPD este flujo es "intangible", ya que está hecho de información [11], seguidamente propone una metodología capaz de dirigirse a ingenieros a través de la mejora continua del proceso NPD.

La metodología de los 5 pasos ha sido propuesta para satisfacer la falta de métodos estructurados para identificar y medir los residuos en el proceso NPD y para realizar una herramienta. Apoyando a las empresas en la mejora de sus procesos existentes bajo la perspectiva lean.

La aplicación de esta metodología básicamente significa hacer más "lean" el desarrollo del producto y proceso, lo que resulta en un mejor rendimiento tanto en términos de eficacia y eficiencia. Proporciona una guía sobre cómo proceder al mejorar el proceso de desarrollo y propone la lógica en las actividades de mejora continua. Además, la metodología propuesta es intuitiva, fácil de desplegar y versátil, ya que se puede aplicar a todo tipo de productos y procesos.

Se describe estas actividades y consisten en la aplicación de [11] llamado MyWaste [Rossi et al. 2011b], un método que permite evaluar y calificar libremente los PD wasted como se indica en la Figura 2.

La investigación de [12] especifica cuatro estudios de casos en maquinaria pesada, mecatrónica e industria automotriz en Finlandia y en Suecia para identificar los retos actuales en la gestión del cambio de ingeniería. Seguidamente indica que los principios de desarrollo de productos lean que irrumpen más y proporciona una guía para abordar los desafíos descubiertos. Las herramientas informáticas destinadas a respaldar ECM6 en realidad obstaculizan el proceso y dificultan la captura y reutilización del conocimiento. Por lo tanto, las herramientas deben desarrollarse para respaldar las tareas de trabajo que necesita una comunicación.



Fig.2. Metodología de los 5 pasos

El proceso de la ECM debe ser desafiado con roles y responsabilidades claros varios de estos procesos deben ser recargados, lo que significa que diferentes alternativas de solución se evalúan al inicio del proceso para evitar EC más adelante cuando causan más reelaboración, costos extras. Por ejemplo, los componentes de interfaz deben ser rediseñados con lo que posiblemente se soliciten nuevas herramientas.

Lean Product Development engancha el conocimiento para el acceso y la reutilización. Esto permite que los nuevos proyectos posteriores se basen en una línea base o antecedente actualizado y se centren en los cambios y las incógnitas en lugar de reiniciar desde cero en cada nuevo producto. La base de conocimiento proporciona detalles del uso de pruebas y campos que facilitan las mejoras y reducen el riesgo. Es así que [13]

Lean Product Development anuncia que los riesgos se gestionan con herramientas para anticipar el riesgo, abordar los riesgos con un diseño sólido, aplicar pruebas aceleradas y análisis de fallas para comprender los límites y las debilidades, y finalmente rastrear las acciones correctivas hasta el cierre. [13] indica que el DRBFM7 y DRBTR8 proporcionan las herramientas de gestión de riesgos adecuadas para el desarrollo de productos Lean. El origen de DRBFM se encuentra en el Sistema de Desarrollo de Productos Toyota con GD9, que son diseño, discusión y disección para evitar problemas de confiabilidad.

La prueba de fallas es un elemento esencial para encontrar límites de productos y márgenes, y para corregir debilidades en el diseño. El éxito en pruebas basadas en un estándar puede no encontrar fallos, que causan problemas en el campo. La combinación de DRBFM ayuda a identificar las características clave que deben ser controlados en la producción para asegurar que las reunió.

En [14] se describe la experiencia de una organización de ingeniería de software en la transformación de Lean. La implementación de procesos Lean produjo varias mejoras, pero el objetivo principal de software utilizable al final de cada task (iteraciones o incrementos, o flujo de una sola pieza). Cambio de mentalidad funciona y es

eficaz. El equipo entregó la calidad más alta, conforme a todos los criterios de liberación. Como ejemplo, el equipo entregó el producto una semana antes con un 20% más de requisitos que los comprometidos, 10% menos que el costo presupuestado. El equipo reflejó una tasa de retención de más de 95%.

Las prácticas lean han sido aplicadas por un número diverso de empresas en la fabricación durante la última década. No obstante, la trayectoria satisfactoria y en curso hacia una aplicación efectiva de los principios Lean en el proceso de desarrollo de productos (NPD) está siendo estudiado ya que es bastante nuevo en la industria y enfrentan diferentes desafíos para implementarlos con éxito. Como consecuencia, un nuevo modelo de madurez y evaluación con la herramienta llamada SMART se ha desarrollado como parte de un Lean Transformation Toolkit dentro de la LeanPPD Financiado por la Comisión Europea (NMP-2008-214090). Este modelo de madurez y herramienta de evaluación [15].

Las organizaciones en este estudio están motivadas y han implementado prácticas lean hasta cierto punto y los resultados de estos estudios también sugieren que el sector en el que opera la empresa puede ser un factor significativo. Básicamente, los resultados de este estudio en empresas españolas evidencian que estas bien comprendidos en sus contextos, sino algunos conceptos específicos relacionados con temas Lean PD no se reconocen. La mayoría de las empresas mostraron su interés en utilizar la herramienta una base periódica para identificar las mejoras logradas en su nivel de madurez a lo largo del tiempo.

### 1. *Lean Desarrollo de Productos (Lean PD)*

Lean Thinking en PD o Lean PD puede definirse como "la dinámica, basada en el conocimiento, centrado en el cliente, a través del cual todas las personas de una empresa definida, elimina los residuos con el objetivo de crear valor incrementando la relación costo/beneficio. Las nociones de eliminación de residuos y de maximización de valor son fundamentales en el pensamiento magro. La Entrega de valor es la razón del apoyo de los clientes y otras partes interesadas, y en última, una medida de cuánto estarán dispuestos a pagar por un producto. Los residuos, por otro lado, son todos los elementos que sólo aumentan los costos sin agregar valor. Lean PD define y crea flujos de valor de productos exitosos y rentables. Para eso, las actividades en PD. Puede ser categorizado como un valor agregado, la adición necesaria pero no de valor, o los residuos. Según las investigaciones, la valoración central las tareas de ingeniería están inactivas durante la mayor parte del tiempo (62%).

Además, una vez que se comienzan las tareas de ingeniería, los ingenieros gastan el 40% de su tiempo en residuos puros, 29% de actividades necesarias, pero sin valor añadido, y sólo un 31% en actividades de valor añadido. En resumen, en promedio, los desarrolladores de productos sólo dedican el 12% del tiempo a crear un valor

agregado, 11% en actividades necesarias, pero sin valor añadido, y 77% del tiempo se desperdicia en actividades de ocio que ningún cliente quiere pagar por ella.

### 2. *Principios Lean en PD*

Los 13 Principios de Lean Product Development descritos se relacionan con la creación de flujo de productos altamente adaptables tecnológicamente a los requerimientos de los clientes así lo indica [16].

1. Establecer el valor agregado para el cliente separando el mismo de los residuos.
2. Realizar una front-load del proceso de desarrollo para así explorar varias soluciones completamente alternativas mientras exista un espacio máximo de diseño.
3. Crear un flujo en el proceso de desarrollo de productos de alto nivel.
4. Utilizar estandarización rigurosa así reducir la variación además de crear flexibilidad y resultados predecibles.
5. Desarrollar un sistema chief engineer system para integrar el desarrollo del producto de inicio a fin.
6. Organizar y equilibrar la experiencia funcional en la integración multifuncional.
7. Desarrollar competencias y conocimientos específicos en todos los ingenieros.
8. Integrar completamente a los proveedores en el sistema de desarrollo de productos.
9. Construir en base a la metodología de aprendizaje y mejora continua.
10. Construir una cultura manufacturera para apoyar la excelencia y mejora implacable.
11. Adaptar los procesos informáticos en todo el proceso.
12. Alinear la organización a través de una simple comunicación visual.
13. Usar herramientas poderosas para la estandarización y aprendizaje organizacional.

### 3. *Metodología Lean*

El trabajo en equipo es uno de los principios fundamentales de Lean en el que se afirma que una característica de una organización verdaderamente delgada es la asignación de un número máximo de tareas y responsabilidades a las personas que añaden valor al producto o servicio, se establece que la característica más destacada de trabajo en equipo en LP es el uso extensivo de equipos multifuncionales y la rotación de tareas, y se afirma que; "El porcentaje de empleados que trabajan en equipos multifuncionales es mucho más alto que en las organizaciones de trabajo tradicionales" así indica [17]

Además se considera que un beneficio importante de la utilización de equipos multifuncionales y rotación de tareas es que da una mayor flexibilidad [4], reduce la vulnerabilidad del sistema de producción, porque no hay

tanta dependencia de personas individuales, las responsabilidades descentralizadas como otra característica importante de una organización de trabajo eficiente, en el que las responsabilidades se descentralizan en los equipos multifuncionales y se espera que el equipo multifuncional realice tareas de supervisión [17]

#### 4. Residuos en PD

La identificación de cuales pasos agregan valor al producto y cuáles no, son considerados desperdicio o wasted, al momento de clasificar las actividades del proceso en estas dos categorías es factible emprender acciones para mejorar las primeras y eliminar las segundas.

Una vez que el trabajo de valor agregado ha sido separado del residuo, el residuo puede ser subdividido en residuo “necesita realizarse, pero no añade valor” y residuo puro. La identificación clara de “trabajo sin valor agregado”, distinto de residuo o trabajo, es crítica para identificar los supuestos y las creencias detrás del proceso actual de trabajo y para desafiarlos en su momento [17].

La expresión “aprender a ver” proviene de una capacidad que se desarrolla para ver el residuo donde no había sido percibido antes. Los siguientes siete residuos identifican claramente los recursos que frecuentemente se desperdician

##### 1. Transportación

Cada vez que un producto es movido, tiene el riesgo de ser dañado, perdido, tener retraso, etc. Además de ser un costo que no tiene valor añadido. La transportación no hace ninguna transformación al producto que el cliente está dispuesto a pagar [18].

##### Inventario

La descripción en forma de materias primas, productos en proceso o productos terminados, actúan como un gasto innecesario al inyectar capital el cual no ha producido ningún ingreso tanto para el productor como el consumidor.

##### Movimiento

Los daños a los productos y los costos de transacción asociados con el movimiento de ellos, el movimiento se refiere a los daños que ocasiona el proceso de producción de la entidad que crea el producto, ya sea a través del tiempo (desgaste de los equipos y las lesiones por esfuerzo repetitivo para los trabajadores) o durante eventos discretos (accidentes daños al equipo y / o lesionar a los trabajadores) [19].

##### Espera

La materia prima que no se encuentran en el transporte o en trámite a ser procesado en el desarrollo del producto, están esperando, la vida de un producto tanto individual como en lotes está a la espera de ser trabajado.

##### Sobre Procesamiento

Durante el procesamiento se produce cada vez que se realiza más trabajo en una pieza de lo requerido por el cliente. Esto también incluye el uso de herramientas que son más precisas, para el desarrollo del proceso

productivo se debe aplicar solo lo estrictamente necesario [17].

#### Sobre Producción

La sobreproducción es considerada la peor muda porque oculta el producto y conduce a exceso de inventario, el cual requiere el gasto de los recursos, capital, espacio para el almacenamiento, conservación y algunas actividades que no benefician a los clientes ni al productor.

#### Defectos

El defecto en la práctica a veces puede duplicar el costo de un solo producto. Esto no debe ser transmitido al consumidor y debe ser tomado como una pérdida.

### III. CONCLUSIONES

Lean Product Development está ganando amplias atenciones académicas e industriales, es capaz de desarrollar productos en menor tiempo de salida a los mercados con mayor calidad y menores costos. Los residuos reconocidos en Lean Product Development son mortales para el proceso de manufactura del producto y las nociones de eliminación de residuos y de maximización de valor son fundamentales en el pensamiento producción esbelta [20].

Lean Product brinda la atención al cliente alineándolo con los datos empíricos derivados de los estudios acerca del mismo, así como la teoría sobre la PD sistematizada, al integrar a los clientes en su sistema de PD y al tener un fuerte enfoque en la definición de valor desde la perspectiva del usuario y / o del cliente; permitiendo entender el interés del cliente al involucrarlo durante todo el proceso de PD.

### REFERENCIAS

- [1] E. Kerga, A. Rosso, W. Bessega, A. Bianchi, C. Moretti, and S. Terzi, “Compact Teams : a Model To Achieve Lean in.”
- [2] R. Hernandez Sampieri, C. Fernandez Collado, and M. del P. Baptista Lucio, Metodología de la investigación. 2010.
- [3] P. Hines, M. Francis, and P. A. Found, “Towards lean product lifecycle management: A framework for new product development,” 2006.
- [4] F. M. Murillo, “Arquitectura inteligente CPPS integrada en el uso de la Norma IEC-61499, con bloque de funciones altamente adaptables en la Industria 4.0,” no. Estec, pp. 1–7, 2017.
- [5] D. R. Greening and J. Sutherland, “Introduction to agile and lean organizations: Management, metrics, and products minitrack,” Proc. Annu. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci., vol. 2015–March, pp. 5029–5030, 2015.
- [6] F. M. Murillo, “Desarrollo de un Prototipo de Red Definida por Software SDN para la Gestión mediante Recursos de Estándar Abierto,” Dep. Investig. y Postgrados, 2016.
- [7] A. Cabello, K. Flores, M. Flores, M. Khan, and A. Al-Ashaab, “An analysis of methods to achieve robustness towards a lean product development process,” 2012 18th Int. ICE Conf. Eng. Technol. Innov., pp. 1–10, 2012.
- [8] J. Freire and L. F. Alarcón, “Mejoramiento del Proceso de Diseño en Proyectos Achieving a Lean Design Process,” Rev. Ing. Construcción, vol. 16, 2001.

- [9] U. Dombrowski, K. Schmidtchen, and P. Krenkel, "Impact of Lean Development System , mplementation on the 3roduct â€™ development 3rocess," 2014.
- [10] F. Pérez, E. Irisarri, D. Orive, M. Marcos, and E. Estevez, "A CPPS Architecture approach for Industry 4.0," IEEE Int. Conf. Emerg. Technol. Fact. Autom. ETFA, vol. 2015–Octob, 2015.
- [11] M. Rossi, M. Taisch, and S. Terzi, "Lean product development: A five-steps methodology for continuous improvement," 2012 18th Int. Conf. Eng. Technol. Innov. ICE 2012 - Conf. Proc., 2012.
- [12] K. Mahlamäki, M. Ström, T. Eisto, and V. Hölttä, "Lean Product Development Point of View to Current Challenges of Engineering Change Management in Traditional Manufacturing Industries," Proc. Int. Conf. Concurr. Enterprising., pp. 22–24, 2009.
- [13] J. J. Paschkewitz, "Risk management in Lean Product Development," Reliab. Maintainab. Symp. (RAMS), 2014 Annu., pp. 1–6, 2014.
- [14] P. Hines, M. Francis, and P. A. Found, "Towards lean product lifecycle management: A framework for new product development," 2006.
- [15] A. Sopelana, M. Flores, L. Martinez, K. Flores, and M. Sorli, "The Application of an Assessment Tool for Lean Product Development: An exploratory study in Spanish Companies," 18th Int. ICE Conf. Eng. Technol. Innov., no. 1996, pp. 1–10, 2012.
- [16] J. Teresko, "The 13 Principles of Lean Product Development," 2007. [Online]. Available: <http://www.industryweek.com/companies-amp-executives/13-principles-lean-product-development>.
- [17] M. Gillebo, Magnus; Pettersen, "How internal lean production principles and work organization integrate with product development systems," Copenhagen Bus. Sch., 2013.
- [18] S.P.C Consulting Group, "7 Mudass," 2017. [Online]. Available: <https://spcgroup.com.mx/7-mudas/>.
- [19] J. Teresko, "The 13 Principles of Lean Product Development," 2007.
- [20] U. Samanta and V. S. Mani, "Successfully Transforming to Lean by Changing the Mindset in a Global Product Development Team," Proc. - 2015 IEEE 10th Int. Conf. Glob. Softw. Eng. ICGSE 2015, pp. 135–139, 2015.